



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM PRODUÇÃO  
VEGETAL E BIOPROCESSOS ASSOCIADOS

**AVALIAÇÕES DE HÍBRIDOS DE PIMENTA**  
*(Capsicum chinense Jacq)*

**VICTOR GABRIEL MARTINS BROLEZZI**

**ARARAS**

**2026**



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS CENTRO DE  
CIÊNCIAS AGRÁRIAS PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM  
PRODUÇÃO VEGETAL E BIOPROCESSOS ASSOCIADOS

**AVALIAÇÕES DE HÍBRIDOS DE PIMENTA**  
**(*Capsicum chinense* Jacq)**

**Victor Gabriel Martins Brolezzi**

ORIENTADOR: PROF. DR. FERNANDO CÉSAR SALA

COORIENTADORA: PROF. DRA. CHRISTIANE DE FÁTIMA MARTINS FRANÇA

Dissertação apresentada ao Programa de  
Pós-Graduação em Produção Vegetal e  
Bioprocessos Associados como requisito  
parcial à obtenção do título de MESTRE EM  
PRODUÇÃO VEGETAL E  
BIOPROCESSOS ASSOCIADOS

**Araras**

**2026**

Brolezzi, Victor Gabriel Martins

AVALIAÇÕES DE HÍBRIDOS DE PIMENTA (*Capsicum chinense* Jacq) / Victor Gabriel Martins Brolezzi -- 2026.  
58f.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de São Carlos, campus Araras, Araras  
Orientador (a): Fernando César Sala  
Banca Examinadora: Evandro Henrique Schinor, Simone da Costa Mello  
Bibliografia

1. Agronomia. 2. Melhoramento Genético. 3. Pimenta. I. Brolezzi, Victor Gabriel Martins. II. Título.

Ficha catalográfica desenvolvida pela Secretaria Geral de Informática  
(SIn)

DADOS FORNECIDOS PELO AUTOR

Bibliotecário responsável: Maria Helena Sachi do Amaral - CRB/8  
7083



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS**  
Centro de Ciências Agrárias  
Programa de Pós Graduação em Produção Vegetal e  
Bioprocessos Associados

---

**Folha de Aprovação**

---

Defesa de Dissertação de Mestrado do(a) candidato(a) Victor Gabriel Martins Brolezzi, realizada em 25/03/2026.

**Comissão Julgadora:**

Prof. Dr. Fernando César Sala (UFSCar)  
Prof. Dr. Evandro Henrique Schinor (UFSCar)  
Profa. Dra. Simone da Costa Mello (ESALQ/USP)

## **AGRADECIMENTOS**

Ao Prof. Dr. Fernando César Sala, por todas as oportunidades, conselhos, auxílio, paciência e ensinamentos.

A Profa. Dra. Christiane de Fátima Martins França, por todo apoio na realização das análises físico-químicas e na revisão da minha dissertação.

A Profa. Dra. Marta Regina Verruma Bernardi, por todo suporte na realização e revisão da parte escrita, das análises sensoriais.

Aos meus colegas do Grupo de Estudos em Horticultura (GEHORT), aos membros do Grupo de Pós-colheita e aos e membros do Grupo de Análise Sensorial de Alimentos e Bebidas por toda assistência prestada na realização do experimento e durante todas as atividades.

Ao Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de São Carlos, por todas as contribuições para a realização desse trabalho e pela minha formação acadêmica.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) e a Fundação de Apoio Institucional ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico da UFSCar (FAI).

Aos meus irmãos da República Só-K Bota, por todos os anos de companheirismo, ensinamentos, apoio, que tornaram essa passagem inesquecível.

A minha namorada, Caroline Aparecida Ravagnani, por todo incentivo, apoio, união, cumplicidade e amor.

Aos meus pais José Mario Brolezzi e Angela Maria Martins Brolezzi, que idealizaram esse sonho junto de mim, me apoiaram em todas as decisões da minha vida, por todo amor, por me ensinaram a ser um ser humano melhor e pelo exemplo de pessoas que são, meu mais sincero Obrigado!

## SUMÁRIO

	Página
<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>1</b>
<b>2 OBJETIVOS.....</b>	<b>3</b>
2.1 Objetivo geral .....	3
2.2 Objetivos específicos.....	3
<b>3 REVISÃO DA LITERATURA.....</b>	<b>4</b>
<b>4 MATERIAIS E MÉTODOS.....</b>	<b>9</b>
4.1 Obtenção de sementes híbridas .....	10
4.2 Cultivo dos híbridos .....	12
4.3 Caracterização agronômica dos híbridos.....	14
4.4 Avaliações físico-químicas dos híbridos .....	16
4.5 Análise sensorial .....	18
4.6 Análise estatística.....	19
<b>5 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>20</b>
5.1 Análises referêntes as plantas .....	20
5.1.1 Altura da primeira bifurcação (HB) e dias para abertura floral (DF).....	20
5.2 Análises referêntes aos frutos .....	21
5.2.1 Número de frutos total por planta (NFT), número de frutos comerciais por planta (NFC) e número de frutos com defeito (NFD) .....	21
5.2.2 Massa de frutos total por planta (MFT), massa média de frutos (MMF), produtividade total (PT) e porcentagem de massa seca (PMS).....	23
5.2.3 Comprimento do fruto (CPF), diâmetro dos frutos (DF), espessura da polpa dos frutos (EP) e número de lóculos (NL) .....	25
5.3 Análises físico-químicas .....	28
5.3.1 Cor instrumental .....	28
5.3.2 Firmeza de fruto (FF) , pH, sólido solúveis (SS), acidez titulável total (ATT), relação entre Sólido solúveis e acidez titulável (SS/AT), compostos fenólicos totais (CFT) e carotenóides totais (CT) .....	30
5.4 Análise sensorial .....	34
5.4.1 Cor vermelha, brilho e textura visual.....	34
5.4.2 Aroma picante, aroma frutado, sabor picante e sabor frutado.....	35
5.4.3 Firmeza, suculência, crocância e aceitação do grupo.....	36
<b>6 CONCLUSÕES .....</b>	<b>388</b>
<b>7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>39</b>

## ÍNDICE DE TABELAS

Página

<b>Tabela 1</b> – Relação da formação de híbridos e materiais parentais de pimentas da espécie <i>Capsicum chinense</i> .....	11
<b>Tabela 2</b> – Valores médios das variáveis: altura da primeira bifurcação (HB) e dias entre o transplântio até abertura floral (DF) dos híbridos de pimenta ( <i>C. chinense</i> ) e das testemunhas, híbrido ‘Maria Bonita’ ( <i>C. chinense</i> ) e variedade ‘Dedo-de-Moça’ ( <i>C. baccatum</i> ).....	21
<b>Tabela 3</b> – Valores médios das variáveis: Número de frutos total por planta (NFT), número de frutos comerciais por planta (NFC), número de frutos com defeito por planta (NFD) dos híbridos de pimenta ( <i>C. chinense</i> ) e das testemunhas, híbrido ‘Maria Bonita’ ( <i>C. chinense</i> ) e variedade ‘Dedo-de-Moça’ ( <i>C. baccatum</i> ).....	23
<b>Tabela 4</b> – Valores médios das variáveis: Massa de frutos total por planta (MFT), massa média de frutos (MMF), produtividade total (PT) e porcentagem de massa seca (PMS), dos híbridos de pimenta ( <i>C. chinense</i> ) e das testemunhas, híbrido ‘Maria Bonita’ ( <i>C. chinense</i> ) e da variedade ‘Dedo-de-Moça’ ( <i>C. baccatum</i> ).....	25
<b>Tabela 5</b> – Valores médios das variáveis: Comprimento do fruto (CF), Diâmetro dos frutos (DF), Espessura da polpa dos frutos (EP), Número de lóculos (NL) dos híbridos de pimenta ( <i>C. chinense</i> ) e das testemunhas, híbrido ‘Maria Bonita’ ( <i>C. chinense</i> ) e da variedade ‘Dedo-de-Moça’ ( <i>C. baccatum</i> ).....	26
<b>Tabela 6</b> – Valores médios da variável cor instrumental dos híbridos de pimenta ( <i>C. chinense</i> ) e das testemunhas, híbrido ‘Maria Bonita’ ( <i>C. chinense</i> ) e da variedade ‘Dedo-de-Moça’ ( <i>C. baccatum</i> ).....	29
<b>Tabela 7</b> – Valores médios das variáveis: Firmeza de fruto (FF), pH, sólido solúveis (SS), acidez titulável (AT), relação entre sólido solúveis e acidez total titulável (SS/AT), compostos fenólicos totais (CFT) e carotenóides totais (CT) dos híbridos de pimenta ( <i>C. chinense</i> ) e das testemunhas, híbrido ‘Maria Bonita’ ( <i>C. chinense</i> ) e da variedade ‘Dedo-de-Moça’ ( <i>C. baccatum</i> ).....	34
<b>Tabela 8</b> – Valores médios das variáveis: cor vermelha, brilho e textura visual dos híbridos de pimenta ( <i>C. chinense</i> ) e das testemunhas, híbrido ‘Maria Bonita’ ( <i>C. chinense</i> ) e variedade ‘Dedo-de-Moça’ ( <i>C. baccatum</i> ) .....	35
<b>Tabela 9</b> – Valores médios das variáveis: aroma picante, aroma frutado, sabor picante e sabor frutado dos híbridos de pimenta ( <i>C. chinense</i> ) e das testemunhas, híbrido ‘Maria Bonita’ ( <i>C. chinense</i> ) e variedade ‘Dedo-de-Moça’ ( <i>C. baccatum</i> ).....	36
<b>Tabela 10</b> – Valores médios das variáveis: firmeza, suculência, crocância e aceitação do grupo dos híbridos de pimenta ( <i>C. chinense</i> ) e das testemunhas, híbrido ‘Maria Bonita’ ( <i>C. chinense</i> ) e variedade ‘Dedo-de-Moça’ ( <i>C. baccatum</i> ).....	377

## ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
<b>Figura 1</b> – Passos realizados para o cruzamento das linhagens e produção de híbridos de pimentas materiais. Seleção do botão floral na véspera da antese, das plantas genitoras femininas (A); retirada das pétalas do botão floral (B); botão floral sem as pétalas (C); remoção das anteras (D); retirada do pólen da antera, da planta genitora masculina (E); pólen sendo passado para estigma da planta genitora feminina (F) e identificação do cruzamento (G).....	11
<b>Figura 2</b> – Croqui da área experimental: visão da distribuição dos materiais em casa de vegetação, onde os números são referentes aos materiais plantados, MB referente a testemunha híbrido 'Maria Bonita', DM referente a testemunha 'Dedo-de-Moça' e "R" é referente a repetição. ....	13
<b>Figura 3</b> – Diferentes estádios de maturação dos frutos: Testemunha 'F1 Maria Bonita' (A); testemunha 'Dedo-de-Moça' (B); híbrido 1 (C); híbrido 2 (D); híbrido 3 (E); híbrido 4 (F); híbrido 5 (G); híbrido 6 (H); híbrido 7 (I); híbrido 8 (J); híbrido 9 (K); híbrido 10 (L); híbrido 11 (M).....	14
<b>Figura 4</b> – Avaliação de massa total de frutos de uma planta. ....	15
<b>Figura 5</b> – Avaliação de parâmetros biométrico dos frutos: medição de comprimento do fruto (A); medição de diâmetro de fruto (B); medição de espessura de polpa (C) e contagem do número de lóculos (D). ....	16
<b>Figura 6</b> – Frutos de pimentas comercial: testemunha 'F1 Maria Bonita' (A); testemunha 'Dedo-de-Moça' (B); híbrido 1 (C); híbrido 2 (D); híbrido 3 (E); híbrido 4 (F); híbrido 5 (G); híbrido 6 (H); híbrido 7 (I); híbrido 8 (J); híbrido 9 (K); híbrido 10 (L); híbrido 11 (M).....	22

## **AVALIAÇÕES DE HÍBRIDOS DE PIMENTA (*Capsicum chinense* Jacq)**

**Autor: VICTOR GABRIEL MARTINS BROLEZZI**

**Orientador: Prof. Dr. FERNANDO CÉSAR SALA**

**Coorientadora: Prof. Dra. CHRISTIANE DE FÁTIMA MARTINS FRANÇA**

### **RESUMO**

Pimenteiras, pertencentes ao gênero *Capsicum*, é uma das principais espécies condimentares no mundo, sendo utilizadas tanto *in natura*, quanto processadas. O mercado e os produtores estão mais exigentes com a qualidade dos frutos e a produtividade, sendo necessário cada vez mais inovações no setor. Novos híbridos de pimenta podem contribuir com esta tendência. O presente trabalho teve como objetivo caracterizar 11 híbridos de pimenta (*C. chinense*) e duas testemunhas: 'F1 Maria Bonita' (*C. chinense*) e a variedade comercial 'Dedo-de-Moça' (*C. baccatum*), para avaliações agrônômicas como, altura da primeira bifurcação, dias para abertura floral, número de frutos total por planta, número de frutos comerciais por planta, número de frutos com defeito, massa de frutos total por planta, massa média de frutos, produtividade total, porcentagem de matéria seca, comprimento do fruto, diâmetro dos frutos, espessura de polpa dos frutos e número de lóculos; físico-químicas como, cor, firmeza de fruto, sólidos solúveis, acidez titulável, relação sólidos solúveis e acidez titulável, compostos fenólicos totais e carotenóides total; e sensoriais como, cor, brilho, textura visual, aroma picante, aroma frutado, sabor picante, sabor frutado, suculência, crocância e aceitação, em cultivo protegido. Os dados quantitativos foram submetidos a análise estatística pelo teste de Scott & Knott a 5%. Para as características número de fruto total, número de frutos comerciais, massa de frutos totais e produtividade, não houve diferença estatística entre os materiais do estudo. Houve diferença entre os materiais para formato de frutos, em relação ao comprimento dos frutos, os híbridos 1 e 2 foram os que mais se aproximaram da testemunha 'Dedo-de-Moça', indicando uma possibilidade para mudança na tipologia dos frutos, podendo ser utilizados em melhoramentos genéticos futuros para se atingir formatos mais compridos de frutos na espécie *C. chinense*. As análises físico-químicas revelaram que, entre os híbridos produzidos, o 2 foi o que mais se destacou para as variáveis firmeza de fruto e sólidos solúveis, enquanto os híbridos 5 e 10 atingiram as maiores médias para pH, relação entre sólidos solúveis e acidez titulável e quantidade de carotenóides, já a variável compostos fenólicos totais, todos os híbridos ficaram com média igual a testemunha 'F1 Maria Bonita' e abaixo da testemunha 'Dedo-de-Moça'. A análise sensorial realizada demonstrou que todos os materiais tiveram níveis de aceitação iguais, apresentando alto potencial de interesse entre

os consumidores. Mediante os resultados obtidos, os híbridos possuem alto potencial para inovação no agronegócio de pimentas.

**PALAVRAS-CHAVE:** *Capsicum baccatum*; inovação; melhoramento genético; heterose; tipologia.

## **EVALUATIONS OF PEPPER HYBRIDS (*Capsicum chinense* Jacq.)**

**Author: VICTOR GABRIEL MARTINS BROLEZZI**

**Advisor: Prof. Dr. FERNANDO CÉSAR SALA**

**Co-advisor: Prof. Dr. CHRISTIANE DE FÁTIMA MARTINS FRANÇA**

### **ABSTRACT**

Pepper plants, belonging to the genus *Capsicum*, are one of the primary spice species in the world, utilized both fresh and processed. The market and producers have become more demanding regarding fruit quality and productivity, making innovations in the sector increasingly necessary. New pepper hybrids can contribute to this trend. The present study aimed to characterize 11 pepper hybrids (*C. chinense*) and two controls: 'F1 Maria Bonita' (*C. chinense*) and the commercial variety 'Dedo-de-Moça' (*C. baccatum*), for agronomic evaluations such as: height of the first bifurcation, days to flowering, total number of fruits per plant, number of commercial fruits per plant, number of defective fruits, total fruit mass per plant, average fruit mass, total yield, dry matter percentage, fruit length, fruit diameter, fruit pulp thickness, and number of locules; physico-chemical evaluations such as: color, fruit firmness, soluble solids, titratable acidity, soluble solids/titratable acidity ratio, total phenolic compounds, and total carotenoids; and sensory evaluations such as: color, brightness, visual texture, spicy aroma, fruity aroma, spicy flavor, fruity flavor, juiciness, crunchiness, and acceptance, under protected cultivation. Quantitative data were subjected to statistical analysis using the Scott & Knott test at 5%. Regarding the characteristics of total number of fruits, number of commercial fruits, total fruit mass, and yield, there was no statistical difference among the studied materials. Differences were observed among the materials regarding fruit shape; concerning fruit length, hybrids 1 and 2 were the closest to the 'Dedo-de-Moça' control, indicating a possibility for changing fruit typology, which could be utilized in future genetic breeding to achieve elongated fruit shapes in the *C. chinense* species. Physico-chemical analyses revealed that, among the produced hybrids, hybrid 2 stood out for fruit firmness and soluble solids, while hybrids 5 and 10 achieved the highest means for pH, soluble solids/titratable acidity ratio, and carotenoid content. Regarding the total phenolic compounds variable, all hybrids presented means equal to the 'F1 Maria Bonita' control and lower than the 'Dedo-de-Moça' control. The sensory analysis demonstrated that all materials had equal acceptance levels, showing high potential interest among consumers. Based on the results obtained, these hybrids possess high potential for innovation in the pepper agribusiness.

**KEYWORDS:** *Capsicum baccatum*; innovation; genetic breeding; heterosis; typology.

## 1 INTRODUÇÃO

As pimentas, são amplamente cultivadas e consumidas em todo o mundo e consideradas como uma das principais espécies condimentares da culinária mundial (Heinrich et al., 2015; Mattos et al., 2008). Estima-se que mais de 60% da população mundial utilize a pimenta em seus hábitos alimentares, em suas diversas formas (AEAARP, 2021), o que justifica o crescente interesse da indústria farmacêutica e alimentícia (Saleh, Omer e Keleta, 2018)

Diversas espécies pertencem ao gênero *Capsicum*, sendo que cinco são domesticadas: *C. annuum*, *C. frutescens*, *C. pubescens*, *C. baccatum* e *C. chinense* (Domenico et al., 2012). A espécie *C. chinense* é a que apresenta maior adaptação às condições climáticas do país (Cascaes et al., 2022), apresentam algumas das variedades mais populares produzidas no Brasil como a pimenta de Cheiro, Bode, Murupi, Cumari do Pará e Biquinho. Essas variedades apresentam ampla variabilidade de formas, cores, tamanhos, aromas, sabores, pungências e formatos, refletindo elevada diversidade genética.

O cultivo de pimentas no Brasil, tradicionalmente, acontece a campo e com variedades não híbridas (de polinização aberta), com pouca tecnologia envolvida (Martinez et al. 2021; Singh et al., 2014). Com a crescente demanda por plantas mais produtivas e adaptadas ao clima brasileiro, e com a baixa quantidade de variedades registradas no Registro Nacional de Cultivares (RNC) (Heinrich et al., 2015), disponíveis no mercado, a produção de variedades híbridas (F1), são necessárias para o agronegócio da pimenta no Brasil (Geleta e Labudschagne, 2004). As variedades híbridas de pimenta evitam o problema de segregação, que pode vir a ocorrer caso os produtores realizem a extração da própria semente de seus frutos cultivados (Martinez et al., 2021), trazem como vantagens a adaptação às diferentes condições ambientais, qualidade, formato e uniformidade de frutos, teores de pungência, resistências a pragas e doenças, precocidade e heterose (Santos et al., 2017). Contudo, estudos científicos com avaliação de híbridos de pimenta de *C. chinense* são escassos e recentes. Martinez et al. (2021) caracterizaram cinco híbridos de *C. chinense* e uma variedade de polinização aberta, e demonstraram que os híbridos apresentaram alta produtividade, com frutos na tipologia/formato da pimenta 'Biquinho', porém maiores e com maior espessura de polpa, de excelente

aceitação sensorial com aromas e sabores que agradam, com pungência controlada, além de perfil nutricional adequado. Peres et al. (2025), compararam quatro variedades: Dedo-de-Moça, Bode, Malagueta e Habanero e o híbrido 'Maria Bonita', quanto às suas características bioativas, voláteis aromáticos e minerais, para entender as diferenças nutricionais, sensoriais e funcionais entre elas. Os autores destacaram que a variedade híbrida apresentou superioridade para uso agroindustrial e gastronômico, combinando qualidade funcional, valor nutricional e aceitação sensorial, demonstrando o potencial do híbrido nesta espécie de pimenta.

A 'avaliação' de híbridos de pimenta é indispensável para um trabalho mais assertivo, possibilitando entender o comportamento dos materiais que se têm a disposição e compreendendo seu desempenho em cultivo (Carvalho et al. 2003). Para isso é imprescindível realizar as avaliações agronômicas, físico-químicas e sensoriais. Informações sobre o desempenho de novos híbridos de *C. chinense*, são considerados como inéditos, considerando o potencial de produção e inovação para novas tipologias de frutos, características físico-químicas e sensoriais para atender a demanda dos produtores e da indústria do agronegócio das pimentas.

O presente trabalho teve como objetivo realizar a caracterização agronômica, físico-química e sensorial de híbridos de pimenta da espécie *C. chinense* oriundo de cruzamentos utilizando linhagens do Banco de Germoplasma da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), campus Araras (SP), visando-se obter frutos de *C. chinense* com uma tipologia mais alongada, semelhante a frutos da espécie *C. baccatum*.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo geral**

Avaliar características agronômicas, físico-químicas e sensoriais de híbridos de pimenta da espécie *Capsicum chinense*.

### **2.2 Objetivos específicos**

- Classificar híbridos de pimenta *C. chinense* quanto ao potencial agronômico e uma possível mudança de formato de frutos.
- Identificar potenciais híbridos de pimenta em relação as características físico-química de seus frutos.
- Determinar a aceitação de frutos híbridos de pimenta quanto a atributos sensoriais.

### 3 REVISÃO DA LITERATURA

A descrição da espécie *Capsicum chinense*, foi feita a partir de um equívoco do botânico holandês, Nikolaus Joseph von Jacquin, em 1776, que acreditava se tratar de uma planta originária da China e, por isso, foi nomeada como “*chinense*”, mas na verdade é a espécie mais brasileira de todas, tendo a região da Bacia Amazônica como centro de origem, possuindo uma vasta variedade de formas, tamanhos, cores e sabores. Visando novas plantas, com características ainda mais distintas, faz-se necessário, muitas vezes, visitar os centros de origem, o que torna imprescindível a conservação dessa espécie (Ribeiro et al., 2008).

Cultivada por todo o país, essa espécie tem como uma de suas principais representantes a pimenta ‘Biquinho’, que tem ganhado cada vez mais popularidade nos últimos anos (Carvalho, et al., 2006). A variedade leva esse nome por apresentar frutos em um formato arredondado, com um estreitamento na ponta, que forma um “bico” (Heinrich et al., 2015). Ela é conhecida por apresentar um aroma característico de seus frutos e sua pouca pungência, agradando um certo nicho da população. Apresenta resistência a muitas pragas e doenças tropicais (Carvalho et al., 2006), tornando-a muito atrativa para os programas de melhoramento genético. Existem outras representantes do gênero que são cultivadas pelo território nacional, como a Pimenta Bode, Cumari-do-Pará, De-cheiro, entre outras.

Suas flores, assim como de todas as plantas do gênero *Capsicum*, são autopolinizadas, mas não apresentam depressão por endogamia (perda de vigor e produtividade por cruzamentos advindos de plantas da mesma linhagem). Essa característica é de interesse para o produtor, pois facilita seu trabalho, não contando apenas com a ação de outros agentes polinizadores, podendo muitas vezes apenas agitar a planta, em cultivo protegido, para que a flor seja autofecundada e dê origem aos frutos (Kang e Kole, 2013).

As plantas apresentam entre 2 e 6 frutos por nó, com cerca de 2,5 cm de comprimento e 1 ou 2 cm de largura e polpa firme. Sua coloração, quando imatura é verde, e quando estão maduros, podem variar entre a cor salmão, amarela, vermelha, marrom e laranja.

Os primeiros registros de pimenta do gênero *Capsicum*, foram datadas de aproximadamente 7000 anos a.C., no México. Também há relatos de cultivo de pimenta no Peru, por volta de 2500 anos a.C. Isso mostra que os povos indígenas que

habitavam a região, já utilizavam seus frutos na sua cultura local (Santos, Bracht e Conceição, 2013).

Dentre as 38 espécies do gênero *Capsicum*, apenas cinco são domesticadas, a *C. annuum*, que tem sua origem no México e América Central, *C. pubescens*, sendo originária do Peru e da Bolívia, *C. frutescens*, tem origem entre a região sudeste do Brasil, até a América Central e Caribe, *C. baccatum*, com origem da Bolívia e algumas regiões do sudeste brasileiro e *C. chinense*, sendo originárias da Bacia Amazônica (Ribeiro et al., 2008).

As pimentas são consideradas as especiarias advindas da horticultura que são mais comercializadas e de grande importância para a culinária por todo o mundo (Pinto, Pinto e Donzeles, 2013), valorizadas pelo sabor característico e elevado valor nutricional, sendo fontes de carotenoides, vitaminas C e E, capsaicina, flavonoides, entre outros compostos com efeitos benéficos à saúde humana, o que justifica o crescente interesse da indústria farmacêutica e alimentícia (Saleh, Omer e Keleta, 2018) cosméticos, doces, aromatizantes e antioxidantes (Dutra et al., 2010).

Mesmo tendo diversos usos para a pimenta, o mercado sempre foi considerado menor em comparação a outras hortaliças. Esse panorama vem mudando nos últimos anos, tendo grande importância para a horticultura familiar, já que permite o pequeno produtor fazer o processamento dos frutos e agregar valor para o seu produto final, sem exigir grandes recursos. Outro fator a se levar em conta, é a importância social que a cultura traz, por fazer necessário o emprego de uma elevada quantidade de mão-de-obra ao longo da safra, principalmente durante a época de colheita (Moreira et al., 2006).

Segundo os dados da FAO (*Food and Agriculture e Organization of the United Nations*) estima-se que a área plantada mundialmente de pimentas (*Capsicum* spp.) em 2023 totalizou 2,06 milhões de hectares cultivados, com produção de 38,31 milhões de toneladas e os cinco principais países produtores são China, México, Turquia, Indonésia e Espanha (FAOSTAT, 2023). No Brasil, não há dados precisos sobre a produção e comercialização de pimentas, pois o cultivo é predominantemente realizado por pequenos produtores (agricultura familiar) e a comercialização realizada nos mercados locais e regionais, os quais não são contemplados nas estatísticas oficiais (Domenico et al., 2012). Porém, estima-se que a área cultivada anualmente seja de cinco mil hectares com uma produção média de 75 mil toneladas (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 2022).

Grande parte dos produtores utilizam sementes que retiram de safras anteriores, com o objetivo de se economizar na obtenção de novas sementes para próximas safras, o que pode vir a modificar totalmente o padrão da variedade. Isso ocorre com a pimenta 'Biquinho', que tem pouca ou quase nenhuma pungência, porém, quando são cultivadas em áreas adjacentes a pimentas pungentes pode ocorrer cruzamentos entre as plantas, gerando frutos com maior pungência, prejudicando o mercado de pimenta sem pungência (Heinrich et al., 2015). Além disso, os frutos podem perder características importantes como cor, uniformidade, sabor e formato.

Uma maneira de minimizar esses problemas é o desenvolvimento de híbridos, que conferem características interessantes para a planta, como maior produtividade (heterose), resistência a pragas e doenças, precocidade, formato e qualidade de frutos (Santos et al., 2017).

A Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), tem um programa de melhoramento genético de pimentas do gênero *Capcsicum*, e que no ano de 2021, foi lançado o primeiro híbrido de pimenta de *C. chinense* do Brasil, denominada 'Maria Bonita'. No trabalho desenvolvido por Martinez et al. (2021), os autores caracterizam cinco híbridos e uma variedade de polinização aberta, cujo os resultados foram variados para produtividade, tamanho e formato de frutos, espessura de polpa, aceitação sensorial, pungência, entre outros. Contudo, os autores destacam que o híbrido 'Maria Bonita', apresentou teores elevados de compostos fenólicos e boa atividade antioxidante, aroma frutado e suave. O teor de capsaicinoides foi intermediário (pungência leve), e apresentou composição nutricional equilibrada e perfil sensorial atrativo, indicada para uso agroindustrial e gastronômico, combinando qualidade funcional, valor nutricional e aceitação sensorial.

Contudo, produzir novos híbridos e avaliar o desempenho deles em condições de cultivo para análises agronômicas, físico-químicas e sensoriais pode contribuir com novas opções de híbridos para o mercado do produtor e indústria.

A obtenção de híbridos F1, pode ser realizada pelo cruzamento entre linhagens puras, obtidas por meio de intercruzamento de progenitores (Mesquita, 2008). Esse é um dos meios adotados para aumentar o rendimento das plantas, por meio da heterose ou vigor híbrido (filhos provenientes de cruzamento entre linhagens geneticamente distintas, tendem a ter um desempenho melhor), tanto em questões de

vigor, produção, precocidade, melhor aproveitamento de insumos, menor relação genótipo/ambiente e resistência a pragas e doenças.

Plantas híbridas F1 apresentam heterose máxima, tendo características morfofisiológicas ideais, enquanto o plantio da geração F2, pode gerar uma população que tem segregação e heterogeneidade no campo (Andrade e Pereira, 2005). A geração F2 diminui em 50% a proporção de indivíduos heterozigotos, e para cada geração que se avança, a heterozigose é reduzida pela metade em comparação com a geração anterior (Souza, 2012). Pensando em um aproveitamento máximo da heterose, é necessário se realizar a compra de sementes híbridas F1 toda safra, para se garantir a maior produtividade e uniformidade possível.

A heterose, proveniente de híbridos, está sendo cada vez mais valorizada ao se escolher uma nova variedade. Rodrigues et al., (2016), destacam que os programas de melhoramento adotam a hibridação devido ao vigor híbrido das plantas trazerem inúmeros benefícios, já citados. Mesmo tendo um valor mais elevado de venda da semente híbrida, ele ainda é explorado, pois traz ganhos de produtividade, que podem ser até quatro vezes maior do que em variedades não híbridas.

Objetivando um maior sucesso da operação, a caracterização e compilação de dados de um determinado banco de germoplasma é de extrema importância para que se consiga entender os recursos genéticos existentes, a forma que são passados de geração a geração e suas interações. Análises de características agrônômicas como altura da primeira bifurcação, data da antese, comprimento e largura de frutos, seus diferentes formatos e coloração são imprescindíveis para a melhor escolha de materiais, garantindo assim o sucesso do melhoramento genético (Vieira, 2023).

Nos últimos anos, diversos estudos foram realizados visando desenvolver processos inovadores voltados à produção de ingredientes funcionais à base de pimenta, por conta do seu alto teor de compostos bioativos (capsaicina, carotenoides e polifenóis), que conferem às pimentas propriedades antioxidantes, anti-inflamatória e antimicrobiana (Fucile et al., 2025)

Nesse contexto, avaliações físico-químicas que quantificam os teores de sólidos solúveis totais, acidez titulável e pH são fundamentais, constituindo uma importante fonte de informações para a indústria de processamento dos frutos (Soares et al., 2020), assim como, a caracterização de compostos antioxidantes, lipídios, proteínas, fibras e carboidratos (Martinez et al., 2021). Avaliar a composição nutricional e sensorial dos frutos e os atributos que afetam sua aceitação comercial e utilização nas

indústrias alimentícias contribui para uma melhor escolha de uma variedade (Guimarães et al., 2024).

Nos dias atuais, uma ferramenta insubstituível para a indústria é a análise sensorial, tendo correlação direta com setores-chaves na produção alimentícia. Os testes sensoriais têm, principalmente, aplicações no controle de qualidade, especificação da matéria-prima, desenvolvimento de produto, monitoramento de concorrência e aceitação dos consumidores (Deliza, 2018).

A avaliação sensorial utiliza-se de percepções humanas para compreender a aceitação dos alimentos e seus sabores (Silva et al., 2021). A manutenção da qualidade sensorial dos alimentos, favorece a fidelização do consumidor a um produto específico, em um mercado que está cada vez mais exigente (Teixeira, 2009).

Santos et al. (2019) ao avaliarem sensorialmente duas linhagens e uma cultivar de pimenta 'Biquinho', obtiveram resultados variando para textura crocante e preferência, enquanto que para as características cor, brilho, aroma doce, gosto doce e firmeza, os autores não notaram diferença entre os materiais avaliados sensorialmente. Mesmo que o estudo não tenha questionado a razão da escolha das linhagens em questões de preferência, os autores indicam que uma possível relação na escolha dos avaliadores pelas duas linhagens, se deu por serem frutos com um tamanho médio maior e uma maior intensidade de textura crocante.

Com a crescente instabilidade ambiental, variações de temperatura, umidade, índices pluviométricos, o desenvolvimento de híbridos mais resistentes, que consigam aliar produtividade e resistência às intempéries, pode ser uma solução para os eventuais desafios que possam vir no futuro, tornando o melhoramento genético um grande aliado dos produtores e consumidores.

Levando em conta um cenário de inovação, o melhoramento genético das pimentas da espécie *C. chinense* (de grande consumo e interesse para o país), torna possível que se gere novos híbridos, podendo trazer características que antes não haviam nesta espécie, como uma maior taxa de pungência, ou até mesmo uma mudança no formato dos frutos, buscando atingir novos nichos de mercado e conseguindo explorar ainda mais os já existentes.

## 4 MATERIAL E MÉTODOS

A obtenção de sementes híbridas e posteriormente o cultivo dos híbridos, foram conduzidos na área experimental do setor de Horticultura do Centro de Ciências Agrárias – CCA da Universidade Federal de São Carlos – UFSCar, campus Araras, localizada no Município de Araras, São Paulo, com coordenadas geográficas: 22°18'00" de latitude sul e 47°23'03" de longitude oeste, de aproximadamente 700 m de altitude (Peres, Souza e Lavorenti, 2010).

De acordo com o sistema de Köeppen, o clima é do tipo Cwa, mesotérmico, com verões quentes e úmidos, e invernos secos. As médias climatológicas anuais são: precipitação pluvial de 1.414 mm, temperatura de 21,1 °C, umidade relativa do ar de 69% e insolação de 2.573 horas (Peres, Souza e Lavorenti, 2010).

A semeadura das linhagens e dos híbridos foram realizadas em bandejas de polietileno com 128 células, de fundo cônico, preenchidas com substrato comercial Carolina Soil®, colocando-se duas sementes por célula. Após a semeadura, foi aplicada uma camada de vermiculita sobre a bandeja com a finalidade de manter a umidade. As bandejas foram mantidas em casa de vegetação, com irrigação por aspersão até a emissão da primeira folha desenvolvida, em seguida foi realizado o desbaste das mudas, mantendo apenas a mais vigorosa em cada célula.

Aproximadamente 45 dias após a semeadura, com as plantas apresentando entre quatro a seis folhas verdadeiras, foi realizado o transplante das mudas para vasos de 5L, preenchidos com substrato comercial Carolina Soil®, em casa de vegetação com telado preto de proteção lateral, com sombreamento de 50%, piso de terra batida recoberto com tecido de ráfia preto, onde foram conduzidas até a fase de colheita.

A casa de vegetação onde foi conduzido o cultivo das linhagens e híbridos contava com irrigação localizada com microgotejadores, utilizando um reservatório de água com capacidade de 1000L, uma moto-bomba (Dancor-30 PN 66 0,75 hp CV), fita gotejadora de polietileno com 25 m linha<sup>-1</sup>, a cada 0,5 metros da fita há um conector e dois espaguetes com vazão de 4,5 L por hora cada, tendo uma vazão de 9 litros por vaso e dois espaguetes.

A irrigação foi realizada com auxílio de um controlador digital (timer), programado para ligar a cada uma hora, começando as 9 horas da manhã e ligando

pela última vez as 16 horas. A duração da irrigação era de 1 minuto nos períodos das 9, 10, 14, 15 e 16 horas, e durante as horas mais quentes do dia (11, 12, 13 horas), 3 minutos.

Utilizando-se do mesmo sistema de irrigação, foi realizada a fertirrigação a partir do reservatório de 1000L, que era definida de acordo com o tempo necessário para que o substrato atingisse a capacidade de campo (solução escorresse pelo fundo do vaso). A fertirrigação teve início cinco dias após o transplante, sendo realizada duas vezes na semana durante os primeiros 30 dias após o transplante, e após esse período, três vezes na semana, até o momento da colheita.

A composição da fertirrigação foi com base na recomendada para a cultura do pimentão (Furlani et al., 1999), adaptada para a caixa de 1000L, com doses variando de acordo com a fase fenológica. Foram utilizados os fertilizantes a seguir: Nitrato de Potássio (N: 12% + K<sub>2</sub>O: 45% + S:1,2% marca DripSol®); MAP (Fosfato monoamônico, N:11% + P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>: 60%, solúveis em água, marca Ominia®); Sulfato de Magnésio (Mg: 9% + S: 11,9%, marca Heringer®), Micronutrientes (Micro Conplant®) (B: 1,82% - Cu EDTA: 1,82% - Fe EDTA: 7,26% - Mn EDTA: 1,82% - Mo:0,3%, Ni: 0,335% - Zn EDTA: 0,73%), Nitrato de Cálcio (N:15,5% + Ca: 19%, marca YaraLiva®) e FeQ48 - quelato de ferro (Fe solúvel em água: 16%, marca DripSol®).

Após 30 dias do transplante foi realizada a desbrota das plantas até a altura da primeira bifurcação, retirando as brotações da haste principal, objetivando favorecer o alongamento das hastes laterais, e manejando a arquitetura da planta, tornando-a mais arejada.

#### **4.1 Obtenção de sementes híbridas**

Para a obtenção das sementes híbridas, foram utilizadas sete linhagens F8 de *C. chinense*, do banco de germoplasma da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), que foram semeadas em agosto de 2024. Após 45 dias as mudas foram transplantadas para vasos de 5L, preenchidos com substrato Carolina Soil®, na casa de vegetação, onde permaneceram até a colheita, que finalizou em março de 2025.

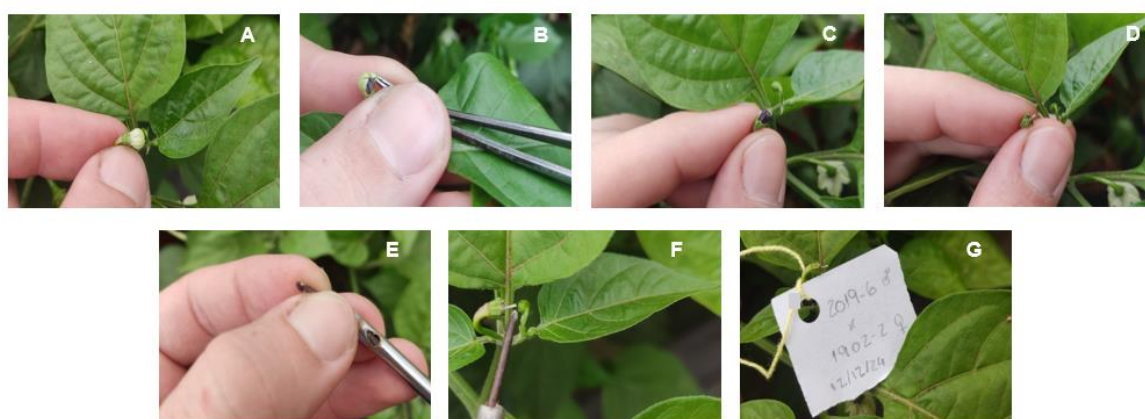
Como genitora feminina, receptora do pólen, foram utilizadas as linhagens: 1902-2; 1907-4; 2019-6; 2026-1; 2027-4; 2033-4 e 2035-2, já para as plantas doadora do pólen, genitoras masculinas, foram utilizadas quatro linhagens: 2019-6; 2024-3P; 2033-4 e 2035-2. O espaçamento utilizado foi de 60 centímetros de distância entre

vasos e 1,2 metros entre linhas. A relação dos cruzamentos para obtenção dos híbridos pode ser observada na Tabela 1.

**Tabela 1** – Relação da formação de híbridos e materiais parentais de pimentas da espécie *Capsicum chinense*.

Híbridos	Genitor Masculino	Genitor Feminino
1	2019-6	1902-2
2	2019-6	2026-1
3	2019-6	2027-4
4	2024-3P	1902-2
5	2024-3P	1907-4
6	2024-3P	2026-1
7	2024-3P	2027-4
8	2024-3P	2033-4
9	2024-3P	2035-2
10	2033-4	2019-6
11	2035-2	2019-6

Os cruzamentos tiveram início em dezembro de 2024 e foram controlados realizando a emasculação das flores dos genitores femininos na fase de botão floral (período anterior a antese), objetivando evitar autofecundação. Com o auxílio de uma pinça eram retiradas as pétalas do botão floral e as anteras, preservando apenas o estigma da flor. Em seguida era depositado o pólen da linhagem masculina, que era retirado da antera da flor dos materiais doadores de pólen, utilizando uma pequena haste de ferro (Figura 1).



**Figura 1** – Passos realizados para o cruzamento das linhagens e produção de híbridos de pimentas. Seleção do botão floral na véspera da antese, das plantas genitôras femininas (A); retirada das pétalas do botão floral (B); botão floral sem as pétalas (C); remoção das anteras (D); retirada do pólen da antera, da planta genitôra masculina (E); pólen sendo passado para estigma da planta genitôra feminina (F) e identificação do cruzamento (G).

Após os cruzamentos, as flores foram identificadas e cerca de 60 dias depois,

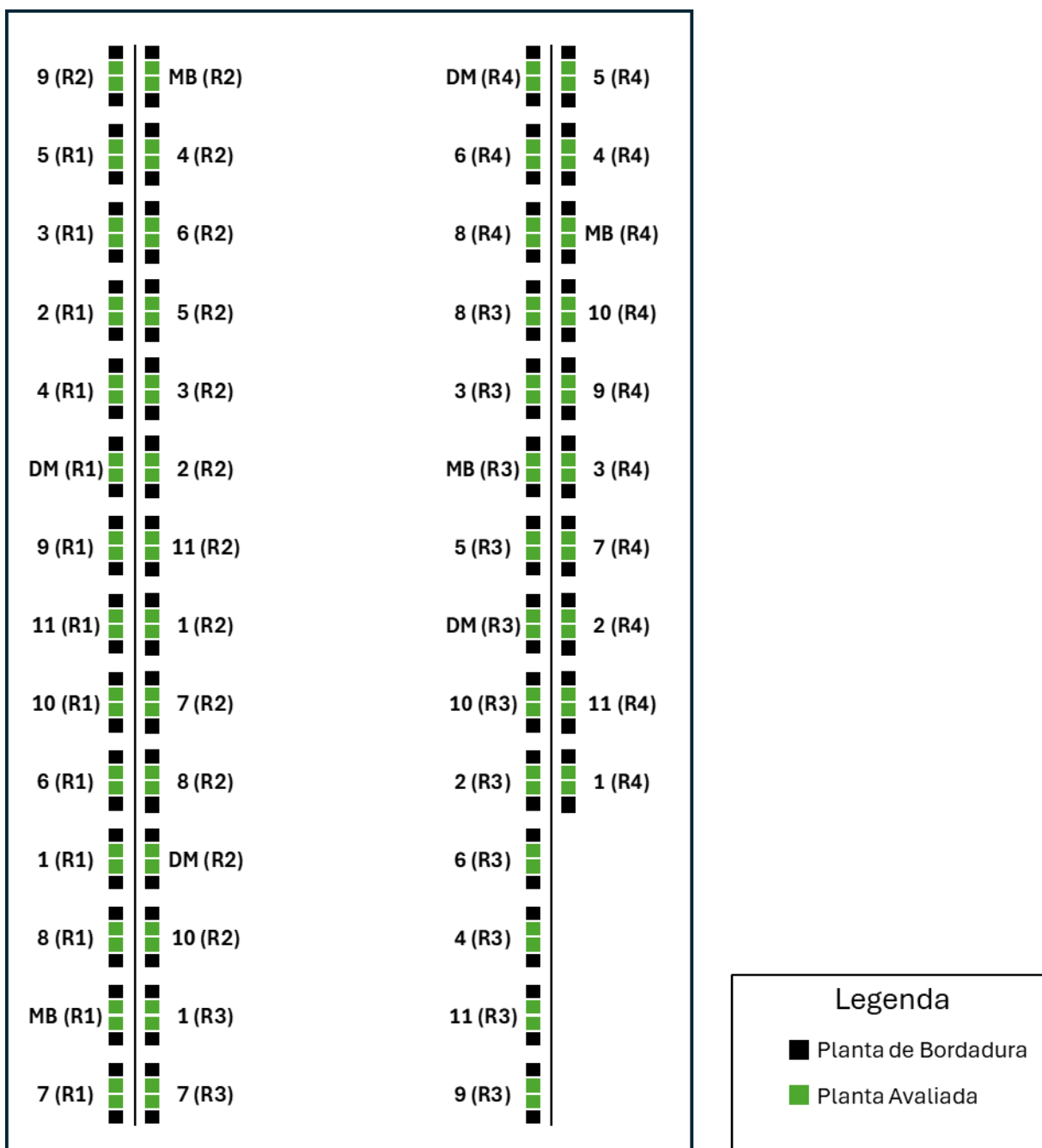
começou-se a colheita dos frutos, de acordo com o amadurecimento individual dos frutos, que podia ser observado visualmente, com materiais apresentando uma coloração vermelha e uniforme por todo o fruto. Eram realizadas checagens, diariamente, do ponto de maturação dos materiais. Após a colheita, os frutos foram armazenados por três dias, e em seguida, foi realizada a retirada das sementes, que foram secas em estufa de ar forçado à 35°C por 24 horas.

#### **4.2 Cultivo dos híbridos**

As sementes híbridas obtidas, foram semeadas em março de 2025. Após a emissão de quatro a seis folhas definitivas, as mudas foram transplantadas para vasos de cinco litros, preenchidas com substrato comercial Carolina Soil®, em estufa, em meados de maio de 2025, onde permaneceram sendo cultivadas até a colheita. Além dos híbridos, a variedade 'Dedo-de-Moça' e o híbrido 'Maria Bonita' foram cultivadas e utilizadas como testemunhas.

Após a abertura floral, durante o período da manhã, as plantas eram agitadas manualmente com o objetivo de se autofecundar as flores, fazendo com que o pólen atingisse o estigma, buscando a fecundação dessas flores.

O estudo foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições por material, sendo cada repetição composta de quatro plantas. Foram avaliadas apenas as duas plantas centrais, as duas da extremidade foram consideradas como plantas de bordadura, podendo ser observado no croqui (Figura 2).

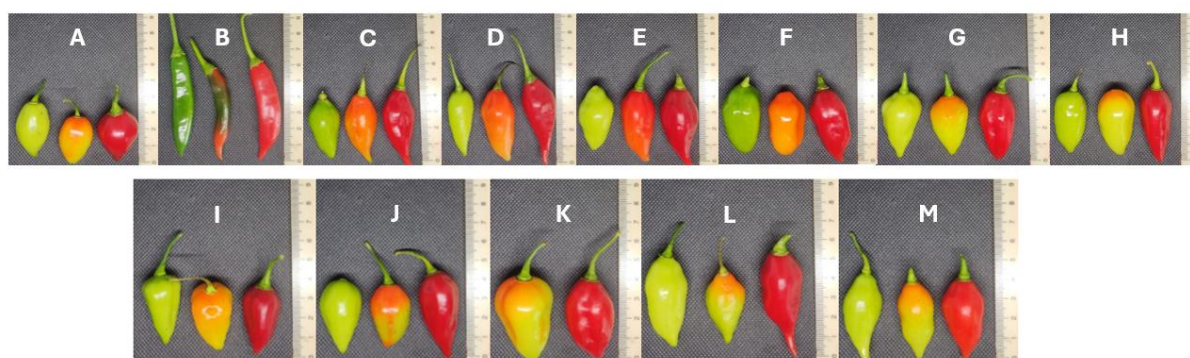


**Figura 2** – Croqui da área experimental: visão da distribuição dos materiais em casa de vegetação, onde os números são referentes aos materiais plantados, MB referente a testemunha ‘F1 Maria Bonita’, DM referente a testemunha ‘Dedo-de-Moça’ e “R” é referente a repetição.

Aproximadamente 150 dias após o transplante (1/10/2025), deu-se início à primeira colheita dos frutos que estavam em ponto de maturação, ou seja, quando os frutos apresentavam coloração avermelhada uniforme em todo o fruto, eram observadas todas as repetições para que as colheitas de todas, as repetições, ocorressem no mesmo dia.

Quatro colheitas foram realizadas no total, respeitando o ponto de maturação dos frutos. A segunda colheita foi realizada do dia 08 de outubro até dia 22 do mesmo

mês. A terceira colheita (Figura 3) aconteceu no dia 04 de novembro. A quarta, e última colheita, foi realizada no dia 02 de dezembro. No dia seguinte de cada colheita foram realizadas as avaliações agrônômicas dos frutos, no laboratório de Horticultura da UFSCar.



**Figura 3** – Diferentes estádios de maturação dos frutos: testemunha híbrdo ‘Maria Bonita’ (A); tesmemunha ‘Dedo-de-Moça’ (B); híbrdo 1 (C); híbrdo 2 (D); híbrdo 3 (E); híbrdo 4 (F); híbrdo 5 (G); híbrdo 6 (H); híbrdo 7 (I); híbrdo 8 (J); híbrdo 9 (K); híbrdo 10 (L); híbrdo 11 (M).

### 4.3 Caracterização agrônômica dos híbrdos

As avaliações agrônômicas, foram realizadas em frutos provenientes da segunda colheita, com exceção da massa seca de frutos e porcentagem de massa seca, que foram realizadas em frutos provenientes da terceira colheita.

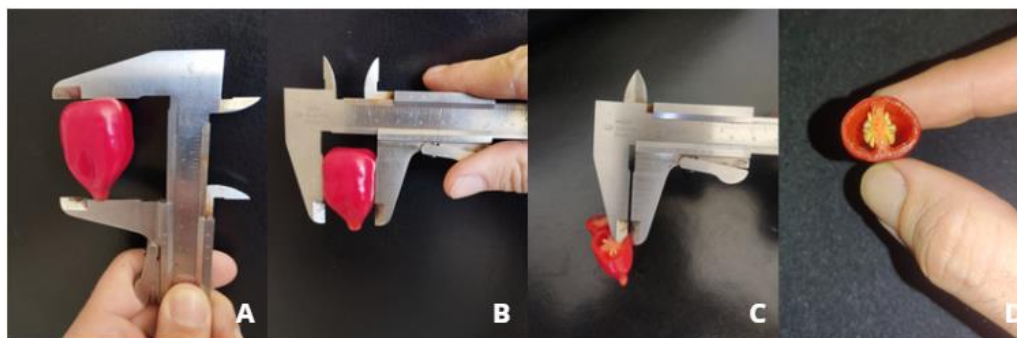
- a) **Altura da primeira bifurcação (HB):** foi obtida com auxílio de uma régua a partir no nível do substrato, 60 dias após o transplante.
- b) **Dias para abertura floral (DF):** determinado observando a diferença de dias entre o transplante das plantas para os vasos, até a abertura da primeira flor.
- c) **Número de frutos total por planta (NFT):** obtido pela contagem do total de frutos proveniente das quatro colheitas, dividindo-se pela quantidade de plantas avaliadas por repetição, expresso em frutos planta<sup>-1</sup>.
- d) **Número de frutos comerciais por planta (NFC):** obtido pela contagem de frutos comerciais (sem sintomas de doença, pragas, distúrbios fisiológicos e/ou deformações físicas) de cada colheita, dividindo-se pela quantidade de plantas avaliadas por repetição, expresso em frutos planta<sup>-1</sup>.
- e) **Número de frutos com defeito (NFD):** obtido pela contagem dos frutos com defeitos de todas as colheitas, dividindo-se pela quantidade de plantas por repetição, com resultados expressos em frutos planta<sup>-1</sup>.
- f) **Massa de frutos total por planta (MFT):** obtido pela pesagem total de frutos

de cada parcela, durante as quatro colheitas, dividindo-se pela quantidade de plantas avaliadas, com auxílio de uma balança comercial. O resultado foi expresso em  $\text{g planta}^{-1}$  (Figura 4).



**Figura 4** – Avaliação de massa total de frutos de uma planta.

- g) Massa média de frutos (MMF):** obtido pela razão de massa de frutos total por planta pelo número de frutos total por planta, sendo os resultados expressos em g.
- h) Produtividade total (PT):** obtida multiplicando a massa de frutos total por planta pela quantidade de planta em um hectare (15.380 plantas), sendo os resultados expressos em  $\text{t ha}^{-1}$ .
- i) Porcentagem de massa seca (PMS):** obtida pela razão entre a massa seca de uma amostra de dez frutos, e a massa fresca da mesma amostra, sendo o resultado expresso em porcentagem.
- j) Comprimento do fruto (CPF):** medido da inserção do pedúnculo até a ponta do fruto, com auxílio de um paquímetro, sendo os resultados expressos em cm (Figura 5A).
- k) Diâmetro dos frutos (DF):** medido a maior distância horizontal dos frutos, com auxílio de um paquímetro, sendo os resultados expressos em cm (Figura 5B).
- l) Espessura da polpa dos frutos (EP):** obtida através do corte transversal dos frutos medindo-se a espessura da polpa dos mesmos, com o auxílio do paquímetro, sendo os resultados expressos em cm (Figura 5C).
- m) Número de lóculos (NL):** obtido após a medição de EP, por meio da contagem do número de lóculos dos frutos cortados. Os resultados foram expressos em lóculos  $\text{fruto}^{-1}$  (Figura 5D).



**Figura 5** – Avaliação de características biométricas dos frutos: medição de comprimento do fruto (A); medição de diâmetro de fruto (B); medição de espessura de polpa (C) e contagem do número de lóculos (D).

#### 4.4 Avaliações físico-químicas dos híbridos

Para as análises físico-químicas, 48 frutos de cada material, sendo 12 frutos de cada uma das quatro repetições (6 frutos de cada uma das duas plantas centrais), provenientes da segunda colheita, foram separados e encaminhados ao laboratório de pós-colheita da UFSCar, onde foram analisados quanto à cor instrumental, firmeza, pH, sólidos solúveis, acidez titulável, relação sólidos solúveis/acidez titulável, compostos fenólicos totais e carotenóides conforme descrito abaixo:

**a) Cor instrumental (CI):** Foi realizada uma medida de cor instrumental por fruto, em seis dos doze frutos colhidos por repetição, estando esses completamente maduros, utilizando o espectrofotômetro Minolta Chroma meter modelo CM-25d. Os resultados foram expressos em  $L^*$  que indica a luminosidade (0 = negro e 100 = branco),  $a^*$  que representa as cores vermelha ( $+a^*$ ) ou verde ( $-a^*$ ),  $b^*$  as cores amarelas ( $+b^*$ ) ou azul ( $-b^*$ ),  $C^*$  (chroma) e ângulo hue ( $h^\circ$ ), que representam a saturação e a tonalidade da cor, respectivamente.

**b) Firmeza de fruto (FF):** A firmeza da polpa foi medida utilizando penetrômetro digital, modelo PTR-300, por meio de agulha de pressão de 3 mm de diâmetro, em um ponto de cada um dos mesmos 6 frutos em que foram tomadas as medidas de cor instrumental. Os dados foram obtidos e expressos em N (Newtons).

**c) pH:** Uma massa de aproximadamente 10 gramas de polpa dos frutos foi obtida a partir de uma amostra composta, da massa da polpa dos doze frutos, excluindo-se as sementes, triturada e homogeneizada com 90 mL de água destilada, seguido de filtração. O valor de pH da solução filtrada foi medido utilizando pHmetro de bancada BEL modelo PHS3BW (AOAC, 1992).

**d) Sólidos solúveis (SS):** Uma gota da mesma solução filtrada utilizada para medição do pH foi utilizada para determinação do teor de sólidos solúveis totais, obtidos em °Brix, utilizando refratômetro digital (AOAC, 1992).

**e) Acidez titulável total (ATT):** A mesma solução obtida para determinação do pH foi titulada com hidróxido de sódio (NaOH) a 0,1 N até pH 8,2, medido por pHmetro de bancada. Os resultados foram expressos em gramas de ácido cítrico por 100g de material vegetal (AOAC, 2005).

**f) Relação sólidos solúveis e acidez titulável (SS/AT):** obtida por meio da divisão dos valores encontrados de sólidos solúveis e acidez titulável.

**g) Compostos fenólicos totais (CFT):** O teor de compostos fenólicos totais foi quantificado conforme Singleton e Rossi (1965). O extrato fenólico foi obtido utilizando etanol 80% (v/v) como solvente. Após trituração da polpa dos doze frutos, por repetição, para formação de uma amostra composta, aproximadamente três gramas do material triturado foram colocados em tubos falcon de 15 mL contendo 10 mL do solvente. A mistura resultante foi deixada em repouso por 24 horas sob refrigeração, protegida da luz. Após o repouso, os tubos foram centrifugados a 4000 rpm por 15 minutos e em seguida, a solução foi filtrada à vácuo em funil de Buchner utilizando papel filtro Whatman no. 1. Após filtrada, a solução foi transferida para balão de 25 mL protegida da luz, tendo o volume completado com o solvente extrator. Em seguida realizou-se a leitura da absorbância do extrato em 765 nm utilizando espectrofotômetro BEL V-M5. Os resultados foram quantificados com base em curva padrão de ácido gálico, sendo os resultados expressos em mg de equivalente de ácido gálico/mL de extrato (mg AG/mL extrato).

**h) Carotenoides totais (CT):** O teor de carotenoides totais foi quantificado de acordo com Rodriguez-Amaya (2001). Aproximadamente 1 g da polpa da amostra composta dos doze frutos por repetição foi triturada em tubos falcon de 50 mL com 10 mL de acetona P.A. gelada em Turrax, por 1 minuto, no escuro. Em seguida a solução triturada foi filtrada e lavada três vezes com 10+8+7 mL de acetona gelada até que o resíduo que sobrasse no filtro ficasse branco. O filtrado foi então transferido para um funil de separação onde se acrescentou 15 mL de éter de petróleo seguidos de 50 mL de água destilada para separação das fases e descarte da fase incolor. Esse procedimento foi repetido três vezes para remoção total da acetona. O extrato superior, contendo os carotenoides foi transferido para um balão volumétrico de 50 mL e teve seu volume completado com éter de petróleo. O conteúdo do balão foi lido

em espectrofotômetro BEL VM-5 nos comprimentos de onda de 450 nm para expressão dos resultados em  $\mu\text{g.g}^{-1}$  de beta caroteno.

#### 4.5 Análise sensorial

O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética da UFSCar sob o número 57988516.2.0000.5504.

As análises sensoriais foram conduzidas no Laboratório de Análise Sensorial, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), *campus* Araras (SP). Os frutos utilizados nas análises foram colhidos e analisados sensorialmente no mesmo dia.

A colheita foi realizada aproximadamente 180 dias após o transplântio, com frutos provenientes da terceira colheita, sendo observado o ponto de maturação dos frutos, que eram identificados apresentando uma coloração vermelha ao longo de toda a sua superfície. As amostras foram higienizadas em água corrente, preparadas e logo em seguida deu-se início aos testes, que ocorreram entre 9:00-15:00h.

Foram utilizados 30 avaliadores que foram previamente orientados de como deveriam realizar o teste, sendo 21 homens e nove mulheres com faixa etária variando entre 18 a 35 anos, que foram recrutados com base na disponibilidade e interesse. A ordem de apresentação das amostras foi aleatorizada e os avaliadores foram orientados a consumirem pedaços de pão e ingerir água entre as amostras. Todos os avaliadores foram informados acerca dos produtos e procedimentos que deveriam realizar em cada fase do teste.

Cada amostra foi codificada, colocada em três recipientes em temperatura ambiente, em seguida foram apresentadas simultaneamente em três etapas. O avaliador foi orientado a realizar os testes na seguinte ordem:

Foram apresentadas seis pimentas inteiras, para o teste de aparência (intensidade da cor, brilho e textura visual);

Foram apresentadas quatro pimentas, previamente picadas, para o teste de aroma (intensidade para aroma picante e frutado);

Foram apresentadas quatro pimentas, previamente picadas, para o teste de sabor (picante e frutado) e textura (suculência e crocância).

Com as mesmas amostras foi perguntado sobre a aceitação de cada amostra. Foi utilizada uma escala de intensidade de nove pontos (ISO 4121:2003) e cada atributo sensorial foi ancorado com intensidades. Assim, para (1) cor vermelha, a

escala variou de “muito claro” a “muito escuro”; (2) brilho, de “nenhum” a “muito forte”; (3) textura visual, de “muito lisa” a “muito rugosa” ; (4) aroma (picante), de “nenhum” a “muito forte”; (5) aroma (frutado), de “nenhum” a “muito forte”; (6) sabor (picante), de “nenhum” a “muito forte”; (7) sabor (frutado), de “nenhum” a “muito forte”; (8) firmeza, “nenhuma” a “muito dura”; (9) suculência, de “nenhuma” a “muita”; (10) crocância, de “nenhuma” a “muita” e (11) aceitação geral, de “desgostei extremamente” a “gostei extremamente”. As fichas foram apresentadas via formulário do *google* para os avaliadores, que acessaram via QR code.

#### **4.6 Análise estatística**

Para as características agronômicas, físico-químicas e sensoriais avaliadas, os dados foram submetidos à análise de variância, sendo as médias comparadas utilizando o teste de Skott-Knott a 5% de probabilidade, utilizando o software “Genes” (Cruz, 2016) para as análises agronômicas e o software “Sisvar” (Ferreira, 2011) para as análises físico-químicas e sensoriais.

## **5 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **5.1 Análises referentes as plantas**

#### **5.1.1 Altura da primeira bifurcação (HB) e dias para abertura floral (DF)**

A testemunha 'Dedo-de-Moça' apresentou altura da primeira bifurcação significativamente maior que todos os demais materiais avaliados (34,06 cm). Estes, portanto, não diferiram estatisticamente entre si, ficando os valores entre 9,56 cm e 20,84 cm (Tabela 2).

Menor altura da primeira bifurcação pode ser uma característica interessante em programas de melhoramento genético de pimenteiras, pois essa plantas tendem a ter uma região de colheita mais baixa, facilitando a colheita. Além disso, plantas com altura de primeira bifurcação maior, são mais suscetíveis a tombamento por ventos e peso dos frutos, causando perdas em produtividade (Carneiro, 2017).

Segundo Bento et al. (2007), para conseguir realizar um planejamento dos tratos culturais durante uma safra, de pimenta ou pimentão, é indispensável conhecer a altura de planta que se irá cultivar, a fim de definir se há necessidade de tutoramento, quantidade de mão de obra necessária e gastos com defensivos.

Em relação aos dias para a abertura do primeiro botão floral, houve a formação de três grupos que se diferiram entre si, sendo os híbridos 8, 9 e a testemunha 'F1 Maria Bonita' as plantas em que a abertura floral ocorreu primeiro (maior precocidade), com médias respectivas de 52,50; 54,50 e 53 dias (Tabela 2), valores abaixo do encontrados por Silva Filho et al. (2009), que variaram entre 70 a 93 dias após transplante.

Já os híbridos 1, 10 e 11 foram os que tiveram a abertura floral mais tardia, diferindo estatisticamente dos demais materiais do estudo, sendo respectivamente 61,25; 59,25 e 60,75 dias após o transplante (Tabela 2).

Uma abertura floral mais rápida, implica em uma formação de frutos mais precoce, permitindo que o produtor realize uma primeira colheita mais cedo, trazendo retorno econômico mais rápido.

**Tabela 2** – Valores médios das variáveis: altura da primeira bifurcação (HB) e dias entre o transplântio até abertura floral (DF) dos híbridos de pimenta (*C. chinense*) e das testemunhas, híbrido ‘Maria Bonita’ (*C. chinense*) e variedade ‘Dedo-de-Moça’ (*C. baccatum*).

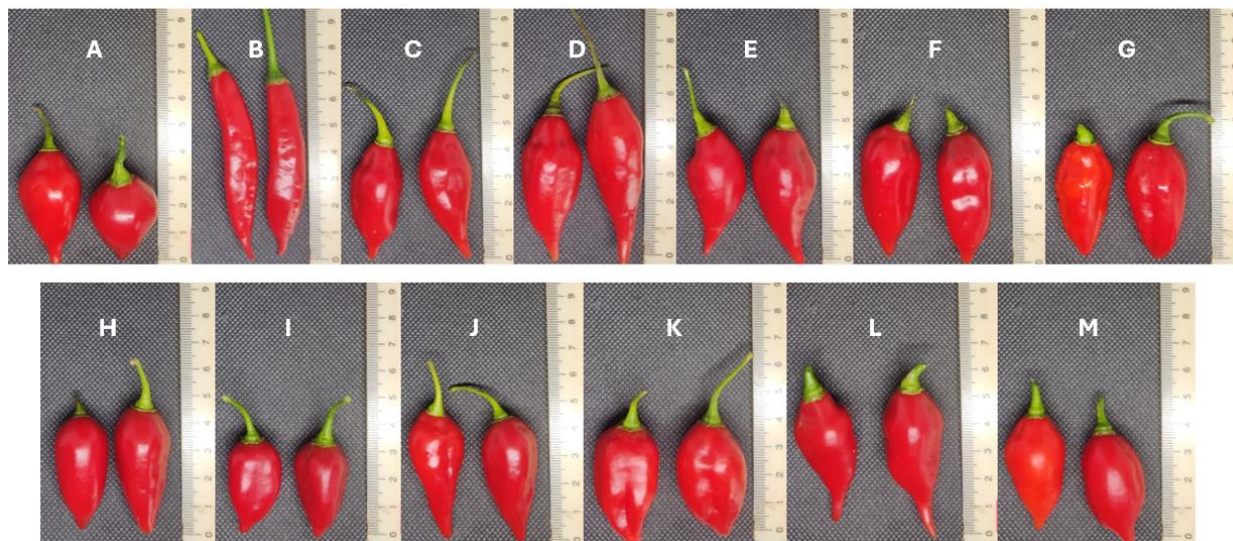
<b>Genótipos</b>	<b>HB (cm)</b>	<b>DF (dias)</b>
‘F1 Maria Bonita’	14,69 b	53,00 c
‘Dedo-de-Moça’	34,06 a	57,25 b
1	16,06 b	61,25 a
2	20,94 b	57,50 b
3	20,06 b	57,50 b
4	15,75 b	57,25 b
5	15,37 b	58,00 b
6	16,56 b	57,25 b
7	17,00 b	58,50 b
8	9,56 b	52,50 c
9	13,31 b	54,50 c
10	15,12 b	59,25 a
11	14,93 b	60,75 a
CV%	10,68	3,37

Médias seguidas por uma mesma letra, nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott à 5% de probabilidade; CV (%) = coeficiente de variação.

## 5.2 Análises referentes aos frutos

### 5.2.1 Número de frutos total por planta (NFT), número de frutos comerciais por planta (NFC) e número de frutos com defeito (NFD)

Não houve diferença estatística entre os materiais avaliados para as variáveis número de frutos comerciais (Figura 6) e total por planta (Tabela 3), ficando as médias dessas variáveis entre 191,63 frutos (híbrido 4) e 248,50 frutos (híbrido 11) e entre 159,88 (híbrido 9) e 248,50 (híbrido 11), respectivamente. Martinez et al. (2021) estudando cinco híbridos de *C. chinense* e a variedade comercial ‘Biquinho’, observaram valores de número total de frutos por planta bem abaixo dos encontrados no presente estudo, com médias entre 61,70 e 118,93 frutos.



**Figura 6** – Frutos de pimentas comercial: testemunha ‘F1 Maria Bonita’ (A); tesmemunha ‘Dedo-de-Moça’ (B); híbrido 1 (C); híbrido 2 (D); híbrido 3 (E); híbrido 4 (F); híbrido 5 (G); híbrido 6 (H); híbrido 7 (I); híbrido 8 (J); híbrido 9 (K); híbrido 10 (L); híbrido 11 (M).

O fator ambiental tem influência direta na quantidade de frutos por plantas, sendo que umidade do ar baixa, aliada a baixas temperaturas na época do florescimento, pode vir a prejudicar abertura floral e conseqüentemente o número de frutos produzidos (Garruña-Hernández et al., 2014).

As testemunhas ‘Dedo-de-Moça’ e ‘F1 Maria Bonita’ e os híbridos 1, 5, 9 e 11 não diferiram entre si quanto ao número de frutos defeituosos (Tabela 3), apresentando valores significativamente superiores aos demais híbridos, com médias entre 32,5 frutos, para a testemunha ‘F1 Maria Bonita’ e híbrido 11, até 44,5 para a testemunha ‘Dedo-de-Moça’. Dentre os híbridos que apresentaram menor número de frutos defeituosos, as médias foram significativamente iguais para os genótipos 2, 3, 4, 6, 7, 8 e 10, com as médias variando de 14,25, para o híbrido 2, até 25,75 para os híbridos 4 e 8.

Frutos comerciais e defeituosos podem estar relacionados a diversos fatores, como adubação, baixa polinização e deformações provocados por patógenos (Marchi, 2018). Por esse experimento ter ocorrido com polinização aberta, uma baixa ou má polinização, pode ter provocado a formação de um maior número de frutos defeituosos em alguns materiais, impactando também o número de frutos comerciais.

**Tabela 3** – Valores médios das variáveis: Número de frutos total por planta (NFT), número de frutos comerciais por planta (NFC), número de frutos com defeito por planta (NFD) dos híbridos de pimenta (*C. chinense*) e das testemunhas, híbrido ‘Maria Bonita’ (*C. chinense*) e variedade ‘Dedo-de-Moça’ (*C. baccatum*).

Genótipos	NFT (fruto planta <sup>-1</sup> )	NFC (fruto planta <sup>-1</sup> )	NFD (fruto planta <sup>-1</sup> )
‘F1 Maria Bonita’	243,38 a	210,88 a	32,50 a
‘Dedo-de-Moça’	188,75 a	144,25 a	44,50 a
1	231,75 a	195,38 a	36,38 a
2	196,25 a	182,13 a	14,25 b
3	191,63 a	166,38 a	25,00 b
4	219,63 a	193,88 a	25,75 b
5	216,50 a	180,75 a	35,50 a
6	239,25 a	217,88 a	21,38 b
7	219,25 a	193,75 a	25,50 b
8	231,63 a	205,88 a	25,75 b
9	195,63 a	159,88 a	35,75 a
10	197,63 a	173,63 a	24,00 b
11	248,50 a	216,00 a	32,50 a
CV (%)	17,64	19,07	26,57

Médias seguidas por uma mesma letra, nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Scott & Knott à 5% de probabilidade; CV (%) = Coeficiente de variação.

### 5.2.2 Massa de frutos total por planta (MFT), massa média de frutos (MMF), produtividade total (PT) e porcentagem de massa seca (PMS)

Apesar da massa de frutos total por planta ter variado entre 802,56 g (‘Dedo-de-Moça’) e 1241,45 g (híbrido 1), não foi observada diferença estatística entre os materiais avaliados (Tabela 4). Médias abaixo das encontradas no presente estudo foram observadas no trabalho realizado por Domenico et al. (2012) que ao avaliarem nove acessos de *C. chinense*, ao longo de 5 meses de colheita, obteve valores entre 282,6 até 566,7 gramas por planta. No presente estudo, por se tratar da avaliação de híbridos, temos médias muito superiores em relação aos acessos estudados por Domenico et al. (2012), o que pode ter correlação com a heterose proveniente dos cruzamentos.

Já para a massa média de fruto, houve a formação de três grupos estatisticamente distintos, com valores variando de 3,85 (híbrido 1) até 5,78 g (híbrido 10) (Tabela 4). Valores aproximados foram encontrados por Silva Filho et al. (2013), que ao avaliarem 20 acessos de *Capsicum*, sendo 12 de *C. chinense*, obteve médias variando entre 0,4 até 14,20 g para esses 12 materiais.

A falta de significância em relação à produtividade total está correlacionada com a falta de significância também observada para massa de frutos total por planta (Tabela 4), uma vez que esta é calculada pela massa de frutos por planta multiplicada por 15.380 (quantidade de plantas por hectare). A produtividade dos materiais variou entre 19,09 toneladas por hectare (híbrido 11) e 12,35 toneladas por hectare (testemunha 'Dedo-de-Moça') (Tabela 4).

A porcentagem de massa seca formou três grupos distintos estatisticamente foram formados. O da testemunha 'Dedo-de-Moça', que apresentou 20,48% de massa seca média, enquanto um grupo intermediário foi formado pela testemunha 'F1 Maria Bonita' e os híbridos 1, 4, 5 e 7 e o grupo de materiais com porcentagem de matéria seca estatisticamente menor foi composto pelos híbridos 2, 3, 6, 8, 9, 10 e 11 (Tabela 4). Dentre o grupo com menor porcentagem de massa seca, as médias foram de 8,25 até 10,05%, para os híbridos 10 e 11 respectivamente (Tabela 4). Valores próximos a esses foram observados no trabalho realizado por Lannes et al. (2007), que ao avaliarem 49 acessos de *C. chinense*, obtiveram médias variando de 4,57% até 16,20%.

Esses autores encontraram uma correlação inversa entre o peso do fruto e porcentagem de massa seca, onde frutos menores, tenderam a ter uma maior porcentagem de matéria seca, mas essa característica não é observada no presente estudo. Como é possível notar, o híbrido 5, apresentou massa média de 4,85 g por fruto, e sua porcentagem de massa seca foi de 11,73%. Já o híbrido 1, com massa média de 3,85 g, teve sua porcentagem de massa seca em 11,52%, menor que a do material 5, que teve um peso de fruto maior.

A porcentagem de massa seca é uma característica muito importante para a indústria de alimentos desidratados, uma vez que frutos que apresentam essa porcentagem mais elevada, secam mais rapidamente (Lannes et al., 2007). De acordo com Marchi (2018), essa característica está atrelada a capacidade do fruto em acumular nutrientes, sendo um fator relevante para a indústria de produtos desidratados. Na produção de pápricas, por exemplo, os frutos são desidratados e macerados, assim, quanto maior for a porcentagem de massa seca, maior será o rendimento final.

**Tabela 4** – Valores médios das variáveis: Massa de frutos total por planta (MFT), massa média de frutos (MMF), produtividade total (PT) e porcentagem de massa seca (PMS), dos híbridos de pimenta (*C. chinense*) e das testemunhas, híbrido ‘Maria Bonita’ (*C. chinense*) e da variedade ‘Dedo-de-Moça’ (*C. baccatum*)

Genótipos	MFT (g planta <sup>-1</sup> )	MMF (g)	PT (t há <sup>-1</sup> )	PMS (%)
‘F1 Maria Bonita’	1065,33 a	4,42 c	16,39 a	11,45 b
‘Dedo-de-Moça’	802,56 a	4,26 c	12,35 a	20,48 a
1	889,51 a	3,85 d	13,68 a	11,52 b
2	954,53 a	4,87 b	14,68 a	9,45 c
3	918,00 a	4,81 b	14,12 a	9,12 c
4	878,25 a	4,00 d	13,51 a	13,36 b
5	1051,50 a	4,85 b	16,17 a	11,73 b
6	1226,21 a	5,13 b	18,86 a	10,24 c
7	1058,19 a	4,82 b	16,28 a	10,74 b
8	1063,06 a	4,59 c	16,35 a	9,59 c
9	1025,65 a	5,24 b	15,78 a	9,69 c
10	1155,03 a	5,78 a	17,77 a	8,25 c
11	1241,45 a	5,00 b	19,09 a	10,05 c
cv (%)	19,17	7,43	19,16	15,03

Médias seguidas por uma mesma letra, nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Scott & Knott à 5% de probabilidade; CV (%) = Coeficiente de variação.

### 5.2.3 Comprimento do fruto (CPF), diâmetro dos frutos (DF), espessura da polpa dos frutos (EP) e número de lóculos (NL)

Grande variabilidade entre os materiais quanto ao comprimento de frutos foi observada, com a formação de sete grupos distintos estatisticamente. A testemunha ‘Dedo-de-Moça’ obteve comprimento de fruto significativamente maior (7,14 cm), enquanto a testemunha ‘F1 Maria Bonita’ foi o material com menor comprimento de frutos (3,62 cm) (Tabela 5).

Médias aproximadas foram encontradas no trabalho realizado por Rosário et al. (2021), que ao caracterizarem biometricamente quatro espécies de pimenta, obtiveram média de 5,34 cm de comprimento para pimentas de *C. chinense*. Um estudo realizado por Jarret (2007), caracterizou 295 acessos de *C. baccatum*, espécie da testemunha ‘Dedo-de-Moça’, e obteve média de 6,01 cm, próxima ao híbrido 2, que obteve média de 5,64 cm (Tabela 5), característica interessante para o presente estudo, proporcionando a obtenção de frutos mais alongados na espécie *C. chinense*.

Frutos que apresentam um comprimento maior, geralmente são utilizados no consumo *in natura* ou desidratados, já os frutos menores, são mais utilizados para o processamento, em molhos industrializados (Bento et al., 2007). Fato esse que deve ser levado em conta na escolha da variedade a se cultivar, podendo ser influenciada pelo tipo de nicho de mercado que se quer atingir.

**Tabela 5** – Valores médios das variáveis: Comprimento do fruto (CF), Diâmetro dos frutos (DF), Espessura da polpa dos frutos (EP), Número de lóculos (NL) dos híbridos de pimenta (*C. chinense*) e das testemunhas, híbrido ‘Maria Bonita’ (*C. chinense*) e da variedade ‘Dedo-de-Moça’ (*C. baccatum*).

<b>Materiais</b>	<b>CF (cm)</b>	<b>DF (cm)</b>	<b>EP (cm)</b>	<b>NL (lóculo fruto<sup>-1</sup>)</b>
‘F1 Maria Bonita’	3,62 g	2,39 b	0,22 a	3,35 b
‘Dedo-de-Moça’	7,14 a	1,64 e	0,17 b	2,13 e
1	5,31 c	1,63 e	0,20 a	2,75 d
2	5,64 b	2,09 d	0,20 a	2,68 d
3	5,03 d	2,21 c	0,22 a	2,93 d
4	4,49 e	2,07 d	0,21 a	3,03 c
5	3,96 f	2,17 c	0,17 b	3,40 b
6	5,12 d	2,19 c	0,22 a	3,30 b
7	4,93 d	2,29 b	0,20 a	3,30 b
8	4,63 e	2,36 b	0,21 a	3,65 a
9	3,87 f	2,51 a	0,20 a	3,78 a
10	4,98 d	2,10 d	0,24 a	3,28 b
11	4,60 e	2,38 b	0,19 b	3,15 c
cv (%)	4,15	3,71	9,23	5,52

Médias seguidas por uma mesma letra, nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Scott & Knott à 5% de probabilidade; CV (%) = Coeficiente de variação.

Para a variável diâmetro de frutos, ocorreu a formação de cinco grupos estatisticamente distintos, sendo o híbrido 9, o maior entre os materiais, com média de 2,51 cm. Já o híbrido 1 e a testemunha ‘Dedo-de-Moça’, foram os materiais que obtiveram as menores médias, de 1,3 e 1,64 cm, respectivamente (Tabela 5). Resultados similares as menores médias foram encontrados por Silva e Silva (2021), que ao avaliarem 15 acessos de pimenta, obtiveram médias entre 1,23 a 1,67 cm para os três materiais de *C. chinense* avaliados.

De acordo com Kang, Lee e Martins (2021), frutos mais largos, tem uma maior facilidade na hora da colheita, conseguindo ser visualizado de uma maneira mais fácil, diminuindo o tempo gasto na operação. Além disso, frutos maiores facilitam a captura por implementos e tendem a ter uma maior aceitação do consumidor final.

Valores estatisticamente inferiores de espessura de polpa foram observados para a testemunha ‘Dedo-de-Moça’ (0,17 cm) e os híbrido 5 (0,17 cm) e 11 (0,19 cm).

Os demais materiais avaliados tiveram espessura de polpa superior e não diferiram entre si, com médias variando de 0,20 a 0,24 cm de espessura (Tabela 5). Resultados similares foram observados no trabalho realizado por Silva e Silva (2021), que obtiveram espessura de polpa variando entre 0,16 até 0,21 cm, nos materiais de *C. chinense* avaliados.

No trabalho realizado por Martinez et al. (2021), os autores observaram valores próximos de espessura de polpa dentre os seis materiais que eles avaliaram, com médias variando entre 0,16 até 0,24 cm.

Quanto maior a espessura de polpa, mais indicado o fruto é para o comércio *in natura*, uma vez que são mais resistentes a danos, ocasionados por manuseio ou transporte, garantindo uma maior integridade do fruto, o que lhe confere maior vida pós-colheita, tornando os frutos disponíveis por mais tempo para os consumidores (Charlo et al., 2009). Assim, essa característica é utilizada na seleção de variedades que serão destinados a esse mercado.

Gianini et al. (2023), apontam que esse atributo é determinante na preferência do consumidor, dando mais versatilidade ao seu uso. Uma espessura de polpa maior também confere aos frutos de *Capsicum* spp. maior resistência contra patógenos causadores de doenças, que ocasionam a contaminação do alimento, podendo levar à perda dos frutos (Bianchi et al., 2020).

Os híbridos 1, 2, 3, 4, 6, 7, 8, 9 e 10, portanto, são os mais promissores para esse mercado *in natura*, por terem apresentado maior espessura de polpa, similar a observada na testemunha 'F1 Maria Bonita'.

Houve a formação de cinco grupos estatisticamente diferentes quanto ao número de lóculos dos frutos. Os híbridos 8 e 9 apresentaram a maior média 3,65 e 3,78, respectivamente, enquanto que o menor número de lóculos foi dos frutos da testemunha 'Dedo-de-Moça' (2,13) (Tabela 5). Valores similares foram encontrados no trabalho realizado por Jesus et al. (2020), que avaliaram duas espécies do gênero *C. chinense*, obtiveram médias de 2,89 e 3,08 lóculos por fruto.

O número de lóculos é uma característica que influencia no tamanho e formato dos frutos (Muños et al., 2011). De acordo com Ribeiro et al. (2008), frutos com maior número de lóculos tendem a apresentar uma capacidade de enchimento maior, sendo essa, uma característica desejável para novas variedades.

Giannini et al. (2023), destaca que o número de lóculos tendem a influenciar de maneira direta a aceitação comercial dos frutos, ainda mais quando se trata de nichos

de mercado que valorizam frutos mais robustos e uniformes.

### 5.3 Análises físico-químicas

#### 5.3.1 Cor instrumental

O valor de  $L^*$  diz respeito a luminosidade dos materiais, variando de 0 (preto) até 100 (branco), e, quanto maior o valor, maior reflectância tem a luz (Pathare, Opara e Al-Said, 2013). A testemunha 'F1 Maria Bonita' foi o material que apresentou o maior valor de  $L^*$  (40,79). Apesar disso, outros seis híbridos (1, 2, 3, 7, 8 e 9) mostraram valores de  $L^*$  estatisticamente similares, sendo portanto, os materiais de coloração mais clara. Já os menores valores de  $L^*$  foram os do híbrido 10 (36,50), que não diferiu estatisticamente do híbrido 5 e da testemunha 'Dedo-de-Moça', sendo os materiais mais escuros (Tabela 6). Valores próximos foram encontrados no experimento conduzido por Santos et al. (2019), que ao avaliarem três materiais de *C. chinense*, cultivados em sistema orgânico, obtiveram valores de luminosidade variando de 37,3 até 40,8.

Para a variável Croma ( $C^*$ ), quanto maior o valor encontrado, maior é a saturação de cor, ou seja, uma coloração mais "viva", enquanto valores mais baixos, estão atrelados a colorações mais foscas, mais opacas (Pathare, Opara e Al-Said, 2013). A testemunha 'F1 Maria Bonita' se destacou quanto à vivacidade de sua cor avermelhada, expressa pelo valor de  $C^*$  significativamente maior que os demais materiais (46,88). Já o híbrido 5 foi o de coloração mais opaca, expressa pelo menor valor de  $C^*$  (39,07), ainda que vários híbridos não tenham apresentado diferença significativa em relação a ele, como os híbridos: 4, 6, 10 e 11 e a testemunha 'Dedo-de-Moça' (Tabela 6). Valores próximos foram observados no trabalho realizado por Soares et al. (2020), que ao analisarem três linhagens e duas cultivares da espécie *C. chinense*, em diferentes sistemas de cultivo, obtiveram valores médios de cromaticidade entre 47,3 até 78 em cultivo protegido.

O ângulo Hue ( $h^\circ$ ) é um atributo que define as cores como avermelhada ( $0^\circ$ ), amarelada ( $90^\circ$ ), esverdeada ( $180^\circ$ ), e azulada ( $270^\circ$ ) (Pathare, Opara e Al-Said, 2013). Houve a formação de dois grupos distintos para essa variável, sendo os frutos da testemunha 'F1 Maria Bonita' os de coloração menos avermelhada, ou mais amarelada, expresso pelo maior valor de hue (31,53), porém não se diferenciando

estatisticamente dos híbridos 1, 2, 3, 7, 8, 9 e 11. Já o híbrido 5 foi o mais avermelhado, indicado pelo menor valor de hue (27,70), não se diferenciando dos híbridos 4, 6, 10 e da testemunha ‘Dedo-de-Moça’ (Tabela 6). Valores próximos foram encontrados por Santos et al. (2019), na avaliação de três variedades de pimenta (*C. chinense*), onde obtiveram valores variando de 29,8 até 34,4.

De acordo com Artés, Minguéz-Mosquera e Hornero-Méndez (2002), a cor é o principal fator determinante na escolha do produto, sendo posteriormente considerada em conjunto com outras características, como textura e sabor, demonstrando assim a importância desse atributo para a aceitação do consumidor.

Em estudo realizado por Andrade et al. (2020), foi avaliada a aceitação de 192 acessos de *Capsicum* spp. por um grupo de 50 participantes, composto por produtores, profissionais da indústria, chefs de cozinha, consumidores e cientistas. Em relação ao atributo cor, observou-se preferência por frutos de coloração vermelha escura e vermelha, em detrimento das tonalidades laranja e laranja claro presentes entre os materiais avaliados.

Esta pesquisa demonstra que os híbridos 4, 5, 6, 10 e a testemunha ‘Dedo-de-Moça’, têm maior potencial de aceitação, de acordo com os critérios dos avaliadores do estudo de Andrade et al. (2020). Dentre eles, os híbridos 5, 10 e a testemunha ‘Dedo-de-Moça’ se diferenciam por apresentarem os menores valores para luminosidade, indicando uma coloração mais escura.

**Tabela 6** – Valores médios da variável cor instrumental dos híbridos de pimenta (*C. chinense*) e das testemunhas, híbrido ‘Maria Bonita’ (*C. chinense*) e da variedade ‘Dedo-de-Moça’ (*C. baccatum*).

Genótipos	L*	C*	h°
‘F1 Maria Bonita’	40,79 a	46,88 a	31,53 a
‘Dedo-de-Moça’	36,81 c	41,30 c	28,51 b
1	38,86 a	42,46 b	29,93 a
2	39,08 a	43,29 b	29,74 a
3	38,93 a	43,62 b	29,59 a
4	37,87 b	40,11 c	28,87 b
5	36,82 c	39,07 c	27,70 b
6	37,88 b	41,02 c	28,28 b
7	39,75 a	44,06 b	30,72 a
8	39,86 a	43,45 b	30,98 a
9	38,63 a	42,65 b	29,99 a
10	36,50 c	39,30 c	27,88 b
11	38,16 b	41,31 c	29,33 a
CV(%)	2,65	4,29	3,9

Médias seguidas por uma mesma letra, nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Scott & Knott à 5% de probabilidade; CV (%) = Coeficiente de variação.

### **5.3.2 Firmeza de fruto (FF) , pH, sólido solúveis (SS), acidez titulável total (ATT), relação entre Sólido solúveis e acidez titulável (SS/AT), compostos fenólicos totais (CFT) e carotenoides totais (CT)**

Os materiais do presente estudo se diferiram estatisticamente quanto a firmeza dos frutos, com a formação de três grupos distintos, sendo o material 2 o que apresentou maior valor, de 9,70 N, enquanto o material 5 ficou com a menor média, 3,26 N (Tabela 7).

Valores médios inferiores foram encontrados no trabalho realizado por Toledo (2024), que avaliou 10 novas linhagens de *C. chinense* e três variedades comerciais, e obteve valores em torno de 2,09 até 4,15 N, mostrando que os materiais do presente estudo apresentaram uma textura mais rígida, mais indicada para o consumo *in natura* e processamento dos frutos (Dutra, 2006; Dutra et al., 2007).

O ideal é que os frutos apresentem textura firme, principalmente para fins industriais, pois preservam seu formato após serem cozidos (Camargo, 1984). Além disso, quanto maior a firmeza do fruto, menores tendem a ser as perdas pós-colheita (Blat, Braz e Arruda, 2007), sejam elas causadas por danos físicos no momento da colheita, durante o transporte ou no comércio final, o que confere uma maior integridade aos frutos, aumentando seu tempo de prateleira.

Segundo Ferreira e Spricigo (2017), em estádios mais avançados de maturação, frutas e hortaliças tendem a apresentar textura mais macia, o que aumenta a suscetibilidade dos frutos a danos mecânicos. Como consequência, observa-se maior incidência de doenças e pragas, fatores que contribuem para a depreciação da qualidade. Dessa forma, torna-se imprescindível que a colheita seja realizada no momento adequado, a fim de preservar as características físicas e qualitativas dos frutos.

Os valores de pH diferiram os materiais avaliados estatisticamente em três grupos, com valores variando de 5,12 à 5,45, nos materiais 2 e 5, respectivamente (Tabela 7). Martinez et al. (2021), encontraram em híbridos de *C. chinense* frutos com pH de no máximo 5,09, valor abaixo do encontrado no presente estudo. Já Rosário et al. (2021), que analisaram quatro espécies de pimenta, sendo três *C. annuum* e uma *C. chinense*, encontraram valores, para essa última, que superam o do presente trabalho, em média 5,82.

O pH é uma importante característica na conservação do produto, pois frutos

mais ácidos, com menores valores de pH, são mais estáveis em relação a perdas por microrganismos nocivos à saúde humana, do que quando comparados a outros com pH mais neutro (Braga et al., 2013). Assim, essa característica se torna de grande importância para frutos de *C. chinense* que são, geralmente, comercializados em sua forma *in natura*.

O maior teor de sólidos solúveis foi da testemunha 'Dedo-de-Moça' (8,07 °Brix), porém não estatisticamente diferente do híbrido 2 (7,40 °Brix) e da testemunha 'F1 Maria Bonita' (6,82 °Brix). Já os híbridos 3 e 9 apresentaram teor de sólidos solúveis significativamente menor (3,91°Brix) (Tabela 7). Valores acima dessas médias foram encontrados por Oliveira et al. (2019), que estudaram 11 acessos de *C. chinense* e obtiveram médias variando entre 7,4 a 10,4°Brix. Já no trabalho realizado por Faria et al. (2013), valores variando de 5,93 até 12,9 °Brix foram observados na avaliação de 49 acessos de *C. chinense*, valores de sólidos solúveis mais próximos aos do presente trabalho.

Valores mais elevados de sólidos solúveis são preferíveis, do ponto de vista comercial, tanto no comércio de frutos processados, quanto para a venda *in natura* (Camilo et al., 2014).

Para a indústria alimentícia, elevados teores de sólidos solúveis estão diretamente associados a maior rendimento e menor custo operacional no processamento dos frutos (Camilo et al., 2014). Esse parâmetro indica, de modo geral, menor teor de umidade, o que resulta em melhoria da qualidade nutricional de produtos processados, como geleias. Além disso, quanto maior o teor de sólidos solúveis, maior tende a ser a concentração de açúcares naturais nos frutos (Uddin et al., 2024), reduzindo a necessidade de adição de açúcar durante o processamento e contribuindo para maior eficiência econômica e padronização dos produtos finais.

O material com acidez titulável significativamente mais expressiva foi o híbrido 1 (0,21%), estatisticamente similar a da testemunha 'Dedo-de-Moça' (0,19%) e dos híbridos 3 (0,17%), 4 (0,18%) e 7 (0,17%) (Tabela 7). Esses valores são semelhantes aos encontrados por Carvalho et al. (2014) para pimenta 'Biquinho', em média, 0,18% de ácido cítrico.

A acidez titulável constitui uma característica importante para avaliação de pós-colheita de frutos e hortaliças (Lima et al., 2022). De acordo com Moura et al. (2016), após a colheita ocorre uma redução dos ácidos orgânicos, uma vez podem ser utilizados como substrato no processo respiratório ou pela conversão em açúcares

durante período de armazenamento. Dessa forma, valores mais elevados de acidez titulável indicam maior potencial de conservação dos frutos. Nesse contexto, além da testemunha 'Dedo-de-Moça', os híbridos 1, 3, 4 e 7 apresentaram as maiores médias para essa característica, o que sugere maior tempo de integridade pós-colheita.

A relação entre SS/AT dos materiais estudados dividiram-se em dois grupos estatisticamente distintos. O maior valor observado foi no híbrido 10 (55,47), e o menor para o híbrido 3 (28,38) (Tabela 7). Borges et al. (2015) ao avaliarem seis acessos de pimenta, encontraram valores próximos ao do presente estudo, variando entre 19,35 até 51,28.

A relação entre os sólidos solúveis e a acidez, quantifica o equilíbrio entre os teores de açúcares e de ácidos orgânicos no fruto, tendo influência direta na percepção do sabor, sendo uma característica relevante quando se avalia a qualidade dos frutos, principalmente os destinados ao consumo *in natura* (Bengozi et al., 2007). De acordo com Reis et al. (2015), se a quantidade de açúcares (SS) for muito elevada e a acidez (AT) for baixa, tem-se valores mais altos dessa variável, trazendo uma percepção de sabor mais adocicada para os frutos. Nessa relação, deve-se ter cuidado, pois alguns frutos, que contenham teores mais baixos de sólidos solúveis e ácidos, podem ainda assim, apresentar uma alta relação de SS/AT, podendo levar a interpretações erradas a respeito da palatabilidade dos materiais (Kluge et al., 2002).

Com base no teor de compostos fenólicos totais dos frutos, foram formados dois grupos estatisticamente distintos. A testemunha 'Dedo-de-Moça' apresentou teor significativamente superior aos demais materiais avaliados, com 126,57 mg EAG/100 g. Em contraste, a testemunha 'F1 Maria Bonita' apresentou o menor teor de compostos fenólicos (47,71 mg EAG/100 g), não diferindo estatisticamente, entretanto, dos demais materiais avaliados (Tabela 7). Resultados superiores aos observados no presente estudo foram relatados por Martinez et al. (2021), que, ao avaliarem seis híbridos de *C. chinense*, encontraram valores médios variando entre 94,28 e 105,87 mg EAG/100 g. Por outro lado, Salgaço e Sacramento (2019), ao analisarem compostos fenólicos em *Capsicum* spp., obtiveram média de 75,6 mg EAG/100 g para pimenta 'Biquinho', valor mais próximo àqueles observados nos híbridos avaliados neste estudo, evidenciando a variabilidade desses compostos em função do material genético e das condições de cultivo.

Segundo Pellegrini et al. (2007) há vários compostos que têm potencial antioxidante em frutas, como os carotenoides, vitaminas (C e E), e alguns fitoquímicos,

como os compostos fenólicos, flavonoides e glicosídeos. Conforme o aumento no amadurecimento dos frutos e com a época do ano, a concentração de compostos fenólicos, que são os principais responsáveis pela atividade antioxidante em pimentas, também aumenta (Pinto, Pinto e Donzeles, 2013).

Os compostos fenólicos agem como um antioxidante devido a sua capacidade de doar hidrogênio ou elétrons, e também, por apresentar radicais intermediários estáveis, impedindo a oxidação, particularmente, de lipídeos (Salgaço e Sacramento, 2019). Portanto, híbridos com maior teor desses compostos possuem potencial nutracêutico elevado, podendo ser explorado pela indústria de alimentos de maneira a trazer benefícios à saúde. Os híbridos desenvolvidos, apresentaram médias similares ao híbrido comercial 'Maria Bonita', indicando significativo potencial exploratório para essa característica.

O teor de carotenoides totais variou de 63,42 (híbrido 2) até 184,86  $\mu\text{g } 100 \text{ g}^{-1}$  (testemunha 'Dedo-de-moça'), respectivamente (Tabela 7). Valores médios abaixo dos observados no presente trabalho, foram encontrados por Bernardo et al. (2015), que ao avaliarem um extrato de pimenta 'Biquinho' como forma de conservação, observaram médias de 68 a 74,45  $\mu\text{g } 100\text{g}^{-1}$  ao longo dos períodos de avaliação. .

Os carotenoides são metabólitos tetraterpênicos com atividade pró-vitamina A, atuando como seus precursores, além de apresentarem ação antioxidante, o que os torna benéficos à saúde humana e relevantes na prevenção de diversas doenças (Rao e Rao, 2007). Além de suas funções biológicas, esses compostos também atuam como pigmentos naturais, sendo responsáveis pela coloração amarela, laranja e vermelha de numerosos frutos, plantas e flores (Niizu, 2003; Neitzke et al., 2015).

Dentre os materiais do presente estudo o que mais se destacou para essa característica foi a testemunha 'Dedo-de-Moça', mas é importante ressaltar que os híbridos 5 e 10 também apresentaram médias significantes (Tabela 7), indicando potencial para futuros programas de melhoramento genético que visem o desenvolvimento de variedades com um teor maior de compostos bioativos, atendendo à crescente procura por alimentos funcionais, que trazem diversos benefícios à saúde.

**Tabela 7** – Valores médios das variáveis: Firmeza de fruto (FF), pH, sólido solúveis (SS), acidez titulável (AT), relação entre sólido solúveis e acidez total titulável (SS/AT), compostos fenólicos totais (CFT) e carotenoides totais (CT) dos híbridos de pimenta (*C. chinense*) e das testemunhas, híbrido 'Maria Bonita' (*C. chinense*) e da variedade 'Dedo-de-Moça' (*C. baccatum*).

Genótipos	FF (N)	pH	SS (°Brix)	AT (% de ácido cítrico)	SS/AT	CFT (mg EAG/100g)	CT
'F1 Maria Bonita'	4,77 c	5,30 b	6,82 a	0,13 b	53,38 a	47,71 b	86,49 c
'Dedo-de-Moça'	7,12 b	5,33 a	8,07 a	0,19 a	42,32 a	126,57 a	184,86 a
1	5,29 c	5,23 b	6,59 b	0,21 a	30,94 b	61,60 b	96,68 c
2	9,70 a	5,12 c	7,40 a	0,14 b	30,79 b	58,13 b	63,42 d
3	4,87 c	5,22 b	3,91 c	0,17 a	28,38 b	66,90 b	83,29 c
4	4,67 c	5,28 b	6,40 b	0,18 a	36,05 b	52,23 b	83,01 c
5	3,26 d	5,45 a	6,51 b	0,16 b	42,12 a	64,19 b	156,84 b
6	6,46 b	5,42 a	5,55 b	0,14 b	41,44 a	65,59 b	105,48 c
7	7,28 b	5,26 b	6,32 b	0,17 a	38,64 b	58,31 b	65,21 d
8	5,37 c	5,19 c	6,49 b	0,15 b	45,27 a	64,64 b	67,20 d
9	4,55 c	5,40 a	3,91 c	0,15 b	32,05 b	52,09 b	86,92 c
10	3,98 d	5,42 a	6,24 b	0,12 b	55,47 a	51,28 b	145,01 b
11	5,04 c	5,38 a	5,82 b	0,13 b	47,93 a	73,44 b	93,01 c
CV(%)	12,89	1,27	12,79	21,69	21,35	24,50	14,27

Médias seguidas por uma mesma letra, nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Scott & Knott à 5% de probabilidade; CV (%) = Coeficiente de variação.

## 5.4 Análise sensorial

### 5.4.1 Cor vermelha, brilho e textura visual

Para a característica coloração vermelha, houve a formação de dois grupos estatisticamente distintos, sendo os híbridos 4 (6,43), 6 (6,47), 10 (7,40) e 11 (6,57) responsáveis pelas maiores médias entre os materiais (Tabela 8). Dados esses que se correlacionam, em sua maioria, com as médias de cor instrumental realizada durante as avaliações físico-químicas, onde os materiais que apresentaram coloração mais avermelhada foram os híbridos 4, 5, 6, 10 e a testemunha 'Dedo-de-Moça' (Tabela 7), isso indica que, de modo geral, esses mesmos materiais também foram percebidos pelos avaliadores como sendo os que apresentaram coloração vermelha mais escura.

Coloração é um atributo de grande relevância para o mercado *in natura*, onde frutos que apresentam forte coloração avermelhada são mais atrativos para os consumidores, sendo um atributo de preferência de mercado (Ferreira et al., 2004), afirmação essa que pode ser verificada pela escolha dos híbridos 4, 6, 10 e 11 pelos avaliadores, por serem, em sua maioria, os materiais que apresentaram os valores de coloração mais avermelhada no teste de cor instrumental.

A característica brilho não apresentou diferenças estatísticas entre os materiais estudados, com valores variando entre 4,87 e 6,27 para os híbridos 4 e 1 respectivamente (Tabela 8).

Para o atributo textura visual, houve a formação de dois grupos estatisticamente distintos, com o híbrido 1 sendo o único material a se diferenciar dos demais, apresentando a menor média, de 3,53, sendo o fruto considerado mais liso entre os avaliados. Os demais materiais tiveram médias variando entre 4,77 até 5,97, para os híbridos 2 e 10 respectivamente, sendo considerados os materiais mais rugosos (Tabela 8).

**Tabela 8** – Valores médios das variáveis: cor vermelha, brilho e textura visual dos híbridos de pimenta (*C. chinense*) e das testemunhas, híbrido ‘Maria Bonita’ (*C. chinense*) e variedade ‘Dedo-de-Moça’ (*C. baccatum*)

Genótipos	Cor vermelha	Brilho	Textura visual
‘F1 Maria Bonita’	6,10 b ± 1,56	5,17 a ± 1,70	5,00 a ± 2,20
‘Dedo-de-Moça’	5,97 b ± 2,04	4,97 a ± 2,34	5,23 a ± 2,19
1	5,80 b ± 1,16	6,27 a ± 1,96	3,53 b ± 2,10
2	5,90 b ± 1,69	5,17 a ± 2,15	4,77 a ± 1,91
3	5,83 b ± 1,97	5,40 a ± 1,96	5,60 a ± 1,83
4	6,43 a ± 1,59	4,87 a ± 1,80	4,90 a ± 1,97
5	5,97 b ± 1,56	5,30 a ± 2,04	5,10 a ± 1,83
6	6,47 a ± 1,53	5,70 a ± 1,78	5,60 a ± 1,85
7	5,27 b ± 1,74	5,67 a ± 2,32	5,37 a ± 1,96
8	5,17 b ± 2,18	5,63 a ± 1,88	5,27 a ± 1,82
9	5,83 b ± 1,42	4,97 a ± 1,97	4,87 a ± 1,87
10	7,40 a ± 1,73	5,90 a ± 2,23	5,97 a ± 2,14
11	6,57 a ± 2,13	6,03 a ± 1,94	5,27 a ± 2,03
Dpe	1,74	2,02	1,98

Médias seguidas de uma mesma letra, nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott à 5% de probabilidade, seguidas de ± desvio padrão; DPe = desvio padrão residual

#### 5.4.2 Aroma picante, aroma frutado, sabor picante e sabor frutado

No atributo aroma picante, ocorreu a formação de dois grupos, com os híbridos 3 (3,67) e 10 (3,97), sendo os que apresentaram as maiores médias. O restante dos materiais variou entre 1,80 à 2,77, para os híbridos 2 e 11 respectivamente (Tabela 9).

Para o atributo aroma frutado, não apresentou diferença significativa entre os materiais estudados, com médias variando entre 5,30, para o híbrido 1 e 3,57 no híbrido 11 (Tabela 9). O aroma das pimentas é um atributo crucial na determinação de sua qualidade, seja pela sua utilização em sua forma fresca (*in natura*), processadas, em produtos fermentados, ou quando são incorporadas em outros alimentos (Shan et al., 2024). Compostos orgânicos voláteis são comumente correlacionados com sabor e aroma de produtos alimentícios, sendo um fator importante para a aceitação ou rejeição dos alimentos (Korkmaz; Hayaloglu; Atasay, 2017), no entanto, a característica desses compostos, em pimenta, permanece pouco

compreendidos (Zhang et al., 2023).

Para a característica sabor picante, houve a formação de três diferentes grupos, sendo os híbridos 3 (6,40) e 10 (5,93) os materiais com maiores médias, considerados os mais picantes. Já os materiais com as menores médias foram os híbridos 'Maria Bonita' (2,07), 1 (0,80), 5 (1,67), 7 (2,07), 8 (1,53) e 9 (2,87) (Tabela 9), sendo considerados os materiais com menor pungência.

O atributo sabor frutado, não apresentou diferença significativa entre os materiais do presente estudo, com médias variando entre 3,20 para o híbrido 11, até 5,17 para o híbrido 7 (Tabela 9).

O aroma e a picância dos frutos, de pimenta, são fatores chaves para a formação dos sabores dos frutos (Zhang et al., 2023), fato esse que demonstra a importância desses atributos para a aceitação dos materiais.

**Tabela 9** – Valores médios das variáveis: aroma picante, aroma frutado, sabor picante e sabor frutado dos híbridos de pimenta (*C. chinense*) e das testemunhas, híbrido 'Maria Bonita' (*C. chinense*) e variedade 'Dedo-de-Moça' (*C. baccatum*).

Genótipos	Aroma picante	Aroma frutado	Sabor picante	Sabor frutado
'F1 Maria Bonita'	2,47 b ± 2,26	4,23 a ± 2,36	2,07 c ± 2,30	4,93 a ± 1,93
'Dedo-de-Moça'	2,13 b ± 2,32	4,63 a ± 2,57	3,43 b ± 2,96	4,03 a ± 2,34
1	2,47 b ± 2,00	5,30 a ± 1,95	0,80 c ± 1,30	4,83 a ± 2,34
2	1,80 b ± 1,95	4,13 a ± 2,35	3,70 b ± 1,64	4,03 a ± 2,37
3	3,67 a ± 2,59	4,40 a ± 2,66	6,40 a ± 3,02	4,67 a ± 2,34
4	2,20 b ± 2,09	4,70 a ± 2,29	3,73 b ± 2,50	4,53 a ± 1,89
5	2,13 b ± 2,19	5,07 a ± 2,32	1,67 c ± 2,01	4,53 a ± 2,35
6	1,87 b ± 2,05	4,63 a ± 2,27	3,70 b ± 2,68	4,33 a ± 2,11
7	1,83 b ± 2,45	5,07 a ± 2,49	2,07 c ± 2,27	5,17 a ± 2,46
8	2,50 b ± 2,18	4,40 a ± 2,06	1,53 c ± 2,18	5,10 a ± 2,43
9	2,13 b ± 2,22	4,27 a ± 2,20	2,87 c ± 2,30	4,53 a ± 2,33
10	3,97 a ± 3,09	4,30 a ± 1,78	5,93 a ± 3,17	4,20 a ± 2,58
11	2,77 b ± 2,28	3,57 a ± 2,28	4,77 b ± 2,19	3,20 a ± 2,25
Dpe	2,30	2,29	2,40	2,29

Médias seguidas de uma mesma letra, nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott à 5% de probabilidade, seguidas de ± desvio padrão; DPe = desvio padrão residual

#### 5.4.3 Firmeza, suculência, crocância e aceitação do grupo

Em relação a firmeza de fruto, os materiais compuseram um único grupo estatístico, com médias variando entre 4,70 para o híbrido 1 até 5,77 para o híbrido 3 (Tabela 10). Levando em consideração a análise instrumental de firmeza de frutos, realizado durante as análises físico-químicas (Tabela 7), é possível notar que houve a formação de quatro grupos distintos, onde o híbrido 2 foi o de maior média, sendo considerado o fruto mais firme, mas para a análise sensorial, os avaliadores não notaram diferença sobre os frutos avaliados.

A variável suculência de fruto, não apresentou diferença estatística entre as médias obtidas, com valores variando de 4,77, referente ao híbrido 2, até 5,83 para o híbrido 3 (Tabela 10).

O atributo crocância, não apresentou variação estatística entre os materiais analisados, com médias entre 5,17 até 5,93, para os híbridos 2 e 3, respectivamente (Tabela 10).

A crocância é um atributo textural geralmente associado ao frescor dos alimentos, sejam eles industrializados ou *in natura*, e é considerada como um parâmetro versátil, pois é universalmente apreciada, sendo um atributo relacionado a culinária de alta qualidade (Tunick et al., 2013), para os avaliadores, todos os materiais apresentam nível de crocância intermediária, sendo considerados atrativos para os consumidores.

Levando em consideração a aceitação dos avaliadores, para esse atributo não houve diferença entre os materiais, com médias variando de 5,10 até 5,90, para os híbridos 3 e 6, respectivamente (Tabela 10). Podendo-se inferir que todos os híbridos são possíveis materiais de interesse para o nicho que realizou os testes de análise sensorial.

**Tabela 10** – Valores médios das variáveis: firmeza, suculência, crocância e aceitação do grupo dos híbridos de pimenta (*C. chinense*) e das testemunhas, híbrido 'Maria Bonita' (*C. chinense*) e variedade 'Dedo-de-Moça' (*C. baccatum*).

Genótipos	Firmeza	Suculência	Crocância	Aceitação do grupo
'F1 Maria Bonita'	5,57 a ± 1,38	5,03 a ± 1,90	5,67 a ± 1,56	5,27 a ± 2,08
'Dedo-de-Moça'	5,23 a ± 1,55	4,83 a ± 1,95	5,33 a ± 1,69	5,13 a ± 2,10
1	4,70 a ± 1,84	5,30 a ± 2,00	5,30 a ± 2,18	5,73 a ± 2,12
2	5,27 a ± 1,66	4,77 a ± 1,92	5,17 a ± 1,91	5,43 a ± 2,10
3	5,77 a ± 1,43	5,83 a ± 1,93	5,93 a ± 1,86	5,10 a ± 2,72
4	5,27 a ± 1,39	5,03 a ± 1,73	5,70 a ± 1,56	5,80 a ± 1,56
5	5,20 a ± 1,69	4,97 a ± 2,03	5,23 a ± 2,06	5,13 a ± 2,16
6	5,03 a ± 1,75	5,40 a ± 1,73	5,30 a ± 1,80	5,90 a ± 2,04
7	5,33 a ± 1,83	5,00 a ± 2,18	5,40 a ± 1,92	5,33 a ± 2,37
8	5,43 a ± 1,99	5,33 a ± 2,44	5,87 a ± 2,15	5,43 a ± 2,81
9	5,10 a ± 1,37	4,97 a ± 1,75	5,63 a ± 1,65	5,50 a ± 1,85
10	5,27 a ± 1,64	5,33 a ± 1,65	5,67 a ± 1,63	5,87 a ± 2,24
11	5,53 a ± 1,38	5,10 a ± 1,63	5,77 a ± 1,43	5,53 a ± 2,00
Dpe	1,62	1,92	1,81	2,19

Médias seguidas de uma mesma letra, nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott à 5% de probabilidade, seguidas de ± desvio padrão; DPe = desvio padrão residual.

## 6 CONCLUSÕES

Os híbridos 8, 9 e a testemunha 'F1 Maria Bonita', foram os materiais que apresentaram abertura floral mais rápida (maior precocidade), característica de interesse para os produtores, trazendo um retorno econômico com a cultura mais rápido.

O híbrido 2, ainda que com comprimento de fruto estatisticamente inferior, foi o que mais se assemelhou ao comprimento de fruto da testemunha 'Dedo-de-Moça', sendo um possível material para se trabalhar objetivando produzir frutos de *C. chinense* com características similares aos frutos da espécie *C. baccatum*. Mesmo tendo uma média um pouco abaixo, o híbrido 1 também é um material que pode ser explorado com a mesma finalidade.

Quanto ao valor nutracêutico, a testemunha 'Dedo-de-Moça' se sobressaiu a todos os híbridos, expresso por seus maiores teores de compostos fenólicos totais e carotenoides.

Os híbridos 5, 6, 8 e 10 se destacam quanto ao sabor dos frutos, sendo indicados como os que poderiam agradar mais o consumidor, assim como as duas testemunhas utilizadas, expressos por seus maiores teores de açúcares solúveis relacionados à acidez titulável. Já o material 2 se destaca para uma possível comercialização *in natura*, já que apresenta maior média de firmeza, mas também é o mais indicado para o processamento já que se sobressai quanto ao teor de sólidos solúveis. Em relação a coloração dos materiais, os híbridos 4, 5, 6, 10 e a testemunha 'Dedo-de-Moça' foram os que apresentaram coloração mais avermelhada, com maior potencial de aceitação entre os consumidores.

A análise sensorial realizada com os materiais do presente estudo, demonstrou que os consumidores apresentaram índices de aceitação iguais para todos os materiais, evidenciando potencial mercadológico para a comercialização *in natura* dos frutos.

Novos estudos devem ser realizados tendo como guia os híbridos 1 e 2 para novos cruzamentos utilizando seus materiais parentais, visando o desenvolvimento de frutos de *C. chinense* que mais se assemelhem aos frutos da espécie *C. baccatum*.

## 7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AEAARP. Associação de Engenharia, Arquitetura e Agronomia de Ribeirão Preto. **Pimenta na Agricultura familiar**. Revista Painei. 2021. Disponível em: <https://www.aeaarp.org.br/upload/revista/20210407145540painel-312-site.pdf>. Acesso em: 10 julho de 2024.

ALMEIDA, B. M. de et al. Pimentas *Capsicum* L.: **Aspectos botânicos, centro de origem, diversificação e domesticação, importância socioeconômica e propriedades terapêuticas (Parte I)**. In: As vicissitudes da pesquisa e da teoria nas ciências agrárias. p. 33–47, 2020<sup>b</sup>

ALMEIDA, B. M. de; et al. **Pimentas *capsicum* L.: conservação dos recursos genéticos, caracterização morfológica e citogenética e sequenciamento genômico (PARTE II)**. In: As vicissitudes da pesquisa e da teoria nas ciências agrárias. p. 48–61, 2020<sup>a</sup>

ALVES, A. N. et al. Antepasto de pimento Biquinho. **Boletim Técnico IFTM**, Uberaba, n.2, p.06-09, 2016.

ANDRADE J. V. C. A. et al. Biometric evaluation of morpho-agronomic traits in pepper lines and hybrids. **Horticultura Brasileira**, v.36, n.3, p. 357-361, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1590/s0102-053620180312>

ANDRADE, J. A. C.; PEREIRA, F. C. D. Uso do efeito xênia em híbridos comerciais de milho (*Zea mays* L.). **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 4, n. 1, p. 65-78, 2005.

ANDRADE, N. J. P. et al. Morphological, sensorial and chemical characterization of chilli peppers (*Capsicum* spp.) from the CATIE genebank. **Agronomy**, v. 10, n. 11, p. 1732, 2020.

Association of Official Analytical Chemists (AOAC). **Official Methods of Analysis**. 18<sup>th</sup> ed. Maryland, 2005.

AOCS, 1974. Tentative and Official Methods of Analyses. Illinois, **American Oil Chemists Society**. Método Bc 3-49 Da “American Oil Chemists Society”.

ARTÉS, F.; MÍNGUÉZ-MOSQUERA, M.I.; HORNERO-MÉNDEZ, D. In **Colour in food: improving quality**. MacDougall, D., Ed.; Woodhead Publishing Ltd.: Cambridge, UK, 2002; pp 248-282.

ASP, N.G., JOHANSSON, C.G., HALLMER, H., SILJESTROM, M., 1983. Rapid enzymatic assay of insoluble and soluble dietary fiber. **J. Agric. Food Chem.** 31 (3), 476–482. <https://doi.org/10.1021/jf00117a003>.

BARBOZA, G. E.; BIANCHETTI, L. DE B.; STEHMANN, J. R. *Capsicum carassense* (Solanaceae), a new species from the Brazilian Atlantic Forest. **PhytoKeys**, v. 140, p. 125– 138, 2020.

BENGOZI, F. J.; SAMPAIO, A. C.; SPOTO, M. H. F.; MISCHAN, M. M.; PALLAMIN, M. L. Qualidades físicas e químicas do abacaxi comercializado na CEAGESP São Paulo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 29, n. 3, p. 540-545, 2007

BENTO, C.S.; SUDRE, C.P.; RODRIGUES, R.; RIVA, E.M.; PEREIRA, M.G. Descritores qualitativos e multicategóricos na estimativa da variabilidade fenotípica entre acessos de pimentas. **Scientia Agraria**, v. 8, n. 2, p. 149-156, 2007.

BERNARDO, C. O. et al. Desenvolvimento de extrato de pimenta Biquinho como forma de conservação pós-colheita. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável**, v. 5, n. 2, p. 29-37, 2015.

BIANCHI, P. A. et al. Biomorphological characterization of Brazilian *Capsicum chinense* Jacq. Germplasm. **Agronomy**, v. 10, n. 3, 2020.

BISPO, R. B. et al. Physiological and colorimetric phenotyping in obtaining genetic gains by indirect selection in *Capsicum*. **Brazilian Journal of Biology**, v. 85, p. e290261, 2025.

BLAT, S. F.; BRAZ, L. T.; ARRUDA, A. da S. Avaliação de híbridos duplos de pimentão. **Horticultura brasileira**, v. 25, p. 350-354, 2007.

BONTEMPO, M. Pimenta e seus benefícios à saúde. **São Paulo: Alaúde**, v. 152, p. 4, 20

BORGES, K. M. et al. Caracterização morfoagronômica e físico-química de pimentas em Roraima. **REVISTA AGRO@MBIENTE ON-LINE**, v. 9, n. 3, p. 292–299, 7 out. 2015.

BRAGA, T. R.; PEREIRA, R. A.; SILVEIRA, M. R. S. da; SILVA, L. R. da; OLIVEIRA, M. M. T. de. Caracterização físico-química de progênies de pimentas (*Capsicum frutescens* L.). **Revista de la Facultad de Agronomía**, v. 112, n. 1, p. 6-10, 2013.

CAMARGO, L. S. **As hortaliças e seu cultivo: Morangueiro**. In: FURLANI, A. M. C.; VIÉGAS, G. P. (Eds.) O Melhoramento de plantas no instituto agrônomo. Campinas: Instituto Agrônomo, 1984, v.1, p. 411- 432.

CAMILO, Y. M. V.; SOUZA, E. R. B. de; VERA, R.; NAVES, R. V. Caracterização de frutos e seleção de progênies de cagaiteiras (*Eugenia dysenterica* DC.). **Científica**, v. 42, n. 1, p. 1-10, 2014.

CARNEIRO, S. C. Melhoramento de pimenta tipo habanero (*Capsicum chinense* Jacq.): avanço de geração, avaliação e seleção de genótipos promissores (PhD dissertation). **Universidade Federal de Viçosa, Brazil**, p. 1-34, 2017.

CARVALHO, A. V. et al. Caracterização de genótipo de pimentas *Capsicum* spp. durante a maturação. **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento**. Embrapa Amazônia Oriental: Belém, 1º ed., p. 3-21, 2014.

CARVALHO, S. I. C. de, et al. **Catálogo de germoplasma de pimentas e pimentões (Capsicum spp.) da Embrapa Hortaliças**. 2003.

CARVALHO, S. I. C. de, et al. **Pimentas do gênero Capsicum no Brasil**. Brasília: Embrapa Hortaliças, 2006. 27 p.

CASALI, V. W. D. et al. Melhoramento de pimentão e pimenta. **Informe Agropecuário**, v.113, p.19-22, 1984.

CASALI, V.W.; COUTO, F.A.A. Origem e botânica de Capsicum. Belo Horizonte: **Informe Agropecuário**. V.10: n.11, p.8-10. 1984.

CASCAES, M.M. et al. *Capsicum chinense* e *Capsicum frutescens*: Pimenta.In: CORADIN, L.; CAMILLO, J.; VIEIRA, I. C. G. (ed.). **Espécies nativas da flora brasileira de valor econômico atual ou potencial: plantas para o futuro: região Norte**. Brasília, DF: MMA, 2022.

CHANTHAI, S. et al. Determination of capsaicin and dihydrocapsaicin in some chilli varieties using accelerated solvent extraction associated with solid-phase extraction methods and RP- HPLC-fluorescence. **Journal of Chemistry**, v. 9, n. 3, p.1550-1561, 2012.

CHARLO, H. C. de O. et al. Cultivo de híbrido de pimentão amarelo em fibra da casca de coco. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 27, n. 2, 2009.

COSTA, G. D. N. et al. Selection of pepper accessions with ornamental potential. **Revista Caatinga**, v. 32, n. 2, p. 566–574, 22 maio 2019

CRUZ, C.D. Genes Software – extended and integrated with the R, Matlab and Selegen. **Acta Scientiarum**. v.38, n.4, p.547-552, 2016

DELIZA, R. **Frutas e hortaliças: a importância da qualidade sensorial e a aceitação do consumidor**. 2018.

DOMENICO, C. I. et al. Caracterização agrônômica e pungência em pimenta de cheiro. **Horticultura Brasileira**, v. 30, n. 3, p. 466-472, 2012.

DUTRA, A. de S. **Efeito do Tratamento Térmico na Qualidade de Pimentas em Conserva**. 2006. 65 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2006.

DUTRA, A. de S. et al. Cinética da degradação da textura de pimentas em conserva. **Boletim do Centro de Pesquisa e Processamento de Alimentos**, Curitiba, v. 25, n. 2, p. 267-274, jul. 2007.

DUTRA, F. L. A.; BRANCO I. G.; MADRONA G. S.; HAMINIUK C. W. I. Avaliação Sensorial e Influência do Tratamento Térmico no Teor de Ácido Ascórbico de Sorvete de Pimenta. **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**, v. 4, p. 243-251, 2010.

**EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária** – Pimenta, Ribeiro, C. S. C., 2022. Conteúdo disponível em: <https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/cultivos/pimenta/pre-producao/socioeconomia>. Acesso em 20 de fevereiro de 2026 F4.3.1–F4.3.8. <https://doi.org/10.1002/0471142913.faf0403s01>.

FAOSTAT - **Food and agriculture organization of the united nations**. Disponível em: <http://www.fao.org/faostat/es/#data/QC/visualize>. Acesso em 30 de julho de 2024.

FARIA, P. N. et al. Estudo da variabilidade genética de amostras de pimenta (*Capsicum chinense* Jacq.) existentes num banco de germoplasma: um caso de estudo. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 36, n. 1, p. 17-22, 2013.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011.

FERREIRA, M. D.; SPRICIGO, P. C. Colorimetria: Princípios e aplicações na agricultura. **Instrumentação pós-colheita em frutas e hortaliças. Parte 4. Análises não destrutivas**, 2017.

FERREIRA, S. M. R. et al. Perfil sensorial do tomate de mesa (*Lycopersicon esculentum* Mil) orgânico. **Visão Acadêmica**, Curitiba, v. 5, n. 1, p. 19-26, 2004

FUCILE, M. et al. Chemical characterization and sensory evaluation of baked goods enriched with *Capsicum chinense* extracts. **Journal of Agroalimentary Processes & Technologies**, v. 31, n. 2, 2025.

FURLANI, P.R. et al. Cultivo hidropônico de plantas. **Boletim Técnico**, Instituto Agrônomo de Campinas (IAC), Campinas, 1999. 52p.

GARRUÑA-HERNANDEZ, R. et al. Understanding the physiological responses of a tropical crop (*Capsicum chinense* Jacq.) at high temperature. **PLoS one**, v. 9, n. 11, p. e111402, 2014.

GELETA, L. F.; LABUSCHAGNE, M. T. Hybrid performance for yield and other characteristics in peppers (*Capsicum annuum* L.). **The Journal of Agricultural Science**, v. 142, n. 4, p. 411-419, 2004.

GIANINI, P. A.; SANTOS, M. G.; SANTOS, C. A.; CARMO, M. G. F. **Cartilha: Cultivo e uso de pimentas *Capsicum***. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), Programa de Pós-graduação em Agricultura Orgânica, 2023.

GIOCOMIN, R. M; RESENDE, J. T. V; GOLÇALVES, L. S. A. Genetic variability in peppers accessions based on morphological, biochemical and molecular traits. **Bragantia**, Campinas, v. 79, n.4, p. 558-771, out./dez. 2020.

GIUFFRIDA, D. et al. Characterization of 12 *Capsicum* varieties by evaluation of their

carotenoid profile and pungency determination. **Food Chemistry**, v.140, n.4, p.794–802, 2013.

GUIMARÃES, L. C. K. et al. Biometric and physicochemical characterization of *Capsicum chinense* commercialized in the interior of Goiás, Brazil. **INTERNATIONAL JOURNAL OF PHARMACOGNOSY**, v. 6, n. 2, p. 88-91, 2024.

HEINRICH, A. G. et al. Caracterização e avaliação de progênies autofecundadas de pimenta Biquinho salmão. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 33. n. 4., 2015.

JARRET, R. L. Morphologic variation for fruit characteristics in the USDA/ARS *Capsicum baccatum* L. germplasm collection. **HortScience**, v. 42, n. 5, p. 1303-1305, 2007.

JESUS, G. C. R. de et al. Qualidade e produtividade de variedades botâncias de pimenta. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 5, p. 32378-32389, 2020

JOHNSON, C. M.; ULLRICH, A. Analytical method for use in plant analysis bulletin 766. **University of California Agriculture Experiment station, Berkeley CA**, 1959.

KANG, A.; LEE, B.; MARTINS, C. Efeito do diâmetro de fruto na eficiência de colheita mecanizada em *Capsicum*. **Journal of Horticultural Engineering**, v. 12, n. 3, p. 123–134, 2021. DOI: 10.1000/jhe.2021.01234

KANG, B. C.; KOLE, C. **Genetics, genomics and breeding of peppers and eggplants**. 1 ed. CRC Press. USA: Nova York, 2013. 44 p.

KIM, S. et al. Genome sequence of the hot pepper provides insights into the evolution of pungency in *Capsicum* species. **Nature Genetics**, v.46, n.3, p.270–278,2014.

KLUGE, R.A. NACHTIGAL, J.C. FACHINELLO, J.C. BILHALVA, A.B. 2002. **Fisiologia e manejo pós-colheita de frutas de clima temperado**. Campinas: Rural, 214p.

KORKMAZ, A.; HAYALOGLU, A. A.; ATASOY, A. F. Evaluation of the volatile compounds of fresh ripened *Capsicum annuum* and its spice pepper (dried red pepper flakes and isot). **LWT**, v. 84, p. 842-850, 2017.

KOSUGE, S.; FURUTA, M. Studies on the pungent principle of *Capsicum*. Part XIV: chemical constitution of the pungent principle. **Journal of Agricultural and Biological Chemistry**, v.34, n.2, p. 248-256, 1970.

LANNES, S. D.; FINGER, F. L.; SCHUELTER, A. R.; CASALI, V. W. D. 2007. Growth and quality of Brazilian accessions of *Capsicum chinense* fruits. **Scientia Horticulturae** 112: 266-270.

LICHTENTHALER, H.; BUSCHMANN, C. Chlorophylls and carotenoids: measurement and characterization by UV-VIS spectroscopy. **Current Protocols in Food Analytical Chemistry**, v.1, n.1, p. F4.3.1-F4.3.8, 2001.

LIMA, Al. K. R. et al. Qualidade de pimentas do gênero *Capsicum* armazenadas em

embalagens plásticas do tipo pet. **Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha**, v. 23, n. 2, p. 194-201, 2022.

LIVEIRA, D. S.; SILVA, L. P.; MAROSTEGA, T. N.; JESUS, J. G.; PREISIGKE, S. C.; GILIO, T. A. S.; ARAUJO, L.K.; NEVES, L. G. Taxa de pagamento de frutos em cruzamentos intraespecíficos de *Capsicum frutescens*. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v. 7, n. 2, p. 15727-15735, fev. 2021.

MATTOS, L. M., MORETTI, C. L., HENZ, G. P., SOUSA, R. M. de D. de. Post-harvest characterization of *Capsicum* spp. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**, v. 1, n. 2, p. 179-186, maio/ago. 2008. DOI: 10.17765/2176-9168.2008V1N2P179-186.

MARCHI, L. F. **Poda e raleio da pimenteira para produção e qualidade de frutos**. 2018. 80f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal e Bioprocessos Associados) - Centro de Ciências Agrárias, Universidade federal de São Carlos, Araras, 2018.

MARTINEZ, M. et al. Agronomic, physical–chemical and sensory evaluation of pepper hybrids (*Capsicum chinense* Jacquin). **Scientia Horticulturae**, v. 277, p. 109819, 2021.

MESQUITA, J. C. P. de. **Determinação da heterose e da capacidade geral e específica de combinação para dez características agrônômicas em pimentão (*Capsicum annuum* L.)**. 2008. 74 f. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Melhoramento Genético de Plantas) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.

MOURA, G. S. et al. Conservação pós-colheita de frutos de maracujá-amarelo por derivados de capim-limão (*Cymbopogon citratus*). **Ambiência**, v. 12, n. 2, p. 667-682, 2016.

MOREIRA G.R.; CALIMAN, F.R.B.; SILVA, D.J.H.; RIBEIRO, C.S.C. 2006. Espécies e variedades de pimenta. **Informe Agropecuário** 27: 16-29.

MUÑOS, S. et al. Increase in tomato locule number is controlled by two single-nucleotide polymorphisms located near WUSCHEL. **Plant physiology**, v. 156, n. 4, p. 2244-2254, 2011.

NEITZKE, R. S. et al. Variabilidade genética para compostos antioxidantes em variedades crioulas de pimentas (*Capsicum baccatum*). **Horticultura Brasileira**, v. 33, n. 4, p. 415-421, 2015.

NIIZU, P. Y. Fontes de carotenoides importantes para a saúde humana. **Campinas: Tese de Mestrado em Ciência de Alimentos/UNICAMP**, 2003.

OLIVEIRA, A. C. R. et al. Divergência genética entre acessos de pimentas com base em caracteres quantitativos dos frutos. **Científica**, Jaboticabal, v. 47, n.1, p.83-90,2019. Disponível em: <http://cientifica.org.br/index.php/cientifica/article/view/1196/695>

PATHARE, P. B.; OPARA, U. L.; AL-SAID, F. A. Colour Measurement and Analysis in Fresh and Pro cessed Foods: A Review. **Food Bioprocess Technol.** v. 6, p. 36–60,

2013.

PELLEGRINI, N. et al. Evaluation of antioxidant capacity of some fruit and vegetable foods: efficiency of extraction of a sequence of solvents. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 87, n. 1, p. 103-111, 2007.

PERES, D. S. et al. Comparative study of bioactive, volatile and mineral compounds present in five different varietal groups of pepper *Capsicum* spp. **Food and Humanity**, v. 5, p. 100682, 2025.

PERES, J. G.; SOUZA, C.; LAVORENTI, N. A. **Avaliação dos efeitos da cobertura de palha de cana-de-açúcar na umidade e na perda de água do solo**. Engenharia Agrícola, v. 30, n.5, 2010. Disponível em: <[https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-69162010000500010&script=sci\\_arttext&tlng=pt](https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-69162010000500010&script=sci_arttext&tlng=pt)> Acesso em: 15/09/2025

PINHEIRO, R. V. R. et al. Produtividade e qualidade dos frutos de dez variedades de goiaba, em Visconde do Rio Branco, Minas Gerais, visando ao consumo ao natural e a industrialização [*Psidium guajava*, Brasil]. Parte de tese. **Revista Ceres**, v. 31, 1984.

PINTO, C. M. F.; DE OLIVEIRA PINTO, C. L.; DONZELES, S. M. L. Pimenta *Capsicum*: propriedades químicas, nutricionais, farmacológicas e medicinais e seu potencial para o agronegócio. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável**, 2013.

RAO, A. V.; RAO, L. G. Carotenoids and human health. **Pharmacological research**, v. 55, n. 3, p. 207-216, 2007.

REIS, D. R. D.; DANTAS, C. M. B.; SILVA, F. S. da; PORTO, A. G.; SOARES, E. J. O. Caracterização biométrica e físico-química de pimenta variedade biquinho. Enciclopédia Biosfera, Centro Científico Conhecer, v. 11, n. 21, p. 454, 2015.

RIBEIRO, C. S. da C. et al. (Eds.). Pimentas *Capsicum*. Brasília: **EMBRAPA HORTALIÇAS**, 2008. 200 p.

**RIBEIRO, C. S. da C.; HENZ, G. P.; VILELA, N. J. et al.** Socioeconomia. Agência de Informação Tecnológica – Ageitec. Conteúdo atualizado em: **18 fev. 2022**. Disponível em: <https://www.embrapa.br/pt/web/portal/agencia-de-informacao-tecnologica/cultivos/pimenta/pre-producao/socioeconomia>. . **Acesso em: 20 fev. 2026**.

RODRIGUES, P. Pimenta: Variedade para diversos tipos de mercado. A Lavoura, Brasília, v 119, n. 706, p.12-13, 2016.

RODRIGUES, R. et al. Melhoramento de pimentão e pimentas. In: NICK, C.; BORÉM, A. Melhoramento de hortaliças. Viçosa: UFV, 2016, p. 221-249.

ROSÁRIO, V. N. M. et al. *Capsicum annum* e *Capsicum chinense*: características físicas, físico-químicas, bioativas e atividade antioxidante. **Brazilian Journal of Development**, v. 7, n. 5, p. 50414-50432, 2021.

SALEH, B. K.; OMER, A.; KELETA, B. T. Medicinal uses and health benefits of chili pepper (*Capsicum* spp.): a review. **MOJ Food Processing e Technology**, v. 6, n. 4, jul. 2018. DOI: 10.15406/mojfpt.2018.06.00183.

SALGAÇO, M. K.; SACRAMENTO, L. V. S. do. Avaliação de compostos fenólicos totais em pimentas *Capsicum* Spp. em função de processos Térmicos. **Revista Vale**, v. 17, n. 1, 2019.

SANTOS, A. S. **Características agronômicas, físico-químicas e sensoriais de linhagens de pimenta Biquinho cultivadas em sistema orgânico**. 2018. 66 f. Dissertação (Mestrado em Agroecologia e Desenvolvimento Rural). Universidade Federal de São Carlos, Araras, 2018.

SANTOS, A. S. dos et al. Avaliação físico-química e sensorial de cultivares de pimenta biquinho produzidos em sistema orgânico. **IV Simpósio Nacional de Instrumentação Agropecuária**, 2019.

SANTOS, C. F. M.; BRACHT, F.; CONCEIÇÃO, G. C. Das virtudes da ardência: uso e disseminação dos frutos de *Capsicum* nos séculos XVI e XVII. **Boletim do Museu Paranaense Emílio Goeldi. Ciências Humanas**, Belém, v. 8, n. 1, p. 59-75, 2013.

SANTOS, J. I. de O. L. dos. Análise citogenética em espécies de *solanaceae*: Investigando o número cromossômico e heterocromatina. 2023.

SANTOS, P. R., et al. Desempenho de linhagens e híbridos de pimentão em dois sistemas de poda no cultivo hidropônico. **Horticultura Brasileira**, Vitória da Conquista, v. 35, n.1, p. 129-134, 2017.

SANTOS, V. S. F. **Caracterização morfológica e determinação da pungência em pimentos picantes**. 2009. Dissertação de Mestrado. Universidade Tecnica de Lisboa (Portugal).

SHAN, Q. et al. HS–SPME combined with GC–MS and GC–O for characterization of key aroma-active compounds in fruity and grassy peppers (*Capsicum chinense* Jacq.). **Food Chemistry**, v. 24, p. 101944, 2024.

SILVA FILHO, D. F.; OLIVEIRA, M. C.; MARTINS, L. H. P.; NODA H; MACHADO M. 2009. Diversidade fenotípica em pimenteiras cultivadas na Amazônia. In: **SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UNIVERSIDADE ESTADUAL DO MARANHÃO**. São Luiz, MA. 6p.

SILVA FILHO, D. F. et al. Análise morfológica e agronômica em etnovariedades de *Capsicum*, mantidas in situ, por populações tradicionais da Amazônia. **Pesquisas agronômicas para a agricultura sustentável na Amazônia Central**. Manaus: WEGA, p. 61-72, 2013.

SILVA, M. R. E.; SILVA, R. N. O. Morpho-agronomic characterization and genetic diversity in peppers (*Capsicum* Spp.). **Revista Caatinga**, v. 34, p. 505-513, 2021.

SILVA, V. et al. Preliminary insights in sensory profile of sweet cherries. **Foods**, v. 10, n. 3, p. 612, 2021.

SINGLETON, V. L.; ROSSI, J. A. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. **American journal of Enology and Viticulture**, v. 16, n. 3, p. 144-158, 1965.

SINGH, P. et al. Heterosis and combining ability for earliness, plant growth, yield and fruit attributes in hot pepper (*Capsicum annuum* L.) involving genetic and cytoplasmic-genetic male sterile lines. **Scientia Horticulturae**, v. 168, p.175–188, 26 mar. 2014. DOI: 10.1016/j.scienta.2013.12.031.

SMITH, P.G.; HEISER, C.B. Taxonomy of *Capsicum chinense* Jacq. and the geographic distribution of the cultivated *Capsicum* species. **Bulletim of the Torrey: Botanical Club**. v.84, n.6, p.413-420. 1957.

SOARES, R. S. et al. New Brazilian lines of Habanero pepper (*Capsicum chinense*): Morpho-agronomic and biochemical characterization in different environments. **Scientia Horticulturae**, v. 261, p. 108941, 2020.

SOUZA, J. B. **Genética na agropecuária**. 2012.

STEWART, C.J. et al. Genetic control of pungency in *C. chinense* via the Pun 1 locus. **Journal of Experimental Botany**, v.58, n. 5, p. 979-991, 2007.

TEIXEIRA, L. V. Sensory analysis in the food industry. **Journal of candido tostes dairy institute**, v. 64, n. 366, p. 12-21, 2009.

TOLEDO, H. F. de. **Caracterização agrônômica, físico-química e sensorial de linhagens de pimenta (*Capsicum chinense*)**. 2024. Trabalho Final de Graduação (Engenharia Agrônômica) – Universidade Federal de São Carlos, Araras, 2024.

TUNICK, M. H. et al. Critical evaluation of crispy and crunchy textures: A review. **International Journal of Food Properties**, v. 16, n. 5, p. 949-963, 2013.

UDDIN, M. R. et al. Techno-economic assessment and innovative production of nutrient-rich jam, jelly, and pickle from *Sonneratia apetala* fruit. **PloS one**, v. 19, n. 12, p. e0311846, 2024.

VIEIRA, W. F. Caracterização agrônômica, genotípica e qualidade de sementes de genótipos de cevadas irrigadas no Cerrado. 2023.

ZHANG, J. et al. Comprehensive fruit quality assessment and identification of aroma-active compounds in green pepper (*Capsicum annuum* L.). **Frontiers in Nutrition**, v. 9, p. 1027605, 2023.